



# FALLSTUDIE

## Elektromobilität in Kalifornien

Fallbeispiel im Rahmen des Projekts Evolution2Green – Transformationspfade zu einer Green Economy

Jens Clausen (Borderstep)

Stand: März 2017

### Projektleitung

#### **adelphi research gemeinnützige GmbH**

Alt-Moabit 91  
14193 Berlin

T +49 (0)30-89 000 68-0  
F +49 (0)30-89 000 68-10

[www.adelphi.de](http://www.adelphi.de)  
[office@adelphi.de](mailto:office@adelphi.de)

### Projektpartner

#### **Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH**

Clayallee 323  
14169 Berlin

T: +49 (0)30 - 306 45 1000

[www.borderstep.de](http://www.borderstep.de)  
[info@borderstep.de](mailto:info@borderstep.de)

#### **IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gemeinnützige GmbH**

Schopenhauerstr. 26  
14129 Berlin

T: +49 (0) 30 80 30 88-0

[www.izt.de](http://www.izt.de)  
[info@izt.de](mailto:info@izt.de)

Abbildung Titel: © [www.evnut.com](http://www.evnut.com)

evolution2green wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung.



© 2017 adelphi, Borderstep, IZT

## Die Fallstudie im Überblick

Steckbrief	
<b>Titel der Fallstudie</b>	<b>Elektromobilität in Kalifornien</b>
<b>Kurzbeschreibung</b>	Die vorliegende Fallstudie thematisiert die Transformation des Automobilmarktes vom Verbrennungsmotor zum Elektroauto.
<b>Thematische Eignung</b>	Kalifornien gilt aufgrund seiner anspruchsvollen Politik zur Luftreinhaltung seit 20 Jahren als Förderer von emissionsfreien Automobilen. Bezogen auf die ganze USA sind BEV und PHEV zwar nur ein Nischenphänomen. In Kalifornien liegt der Anteil sogenannter Zero Emissions Vehicles (ZEV) zwar mit 3% deutlich höher als im ganzen Land, ist aber seit 2014 relativ konstant. Von den insgesamt in den USA zugelassenen ca. 71.000 Tesla fahren 48% in Kaliforniens Straßen.
<b>Geografische Bezugsebene</b>	Kalifornien
<b>Umsetzungs- bzw. Diffusionsstadium</b>	Nischenentwicklung
<b>Geschwindigkeit</b>	mittel/schnell
<b>Transformationsstrategie</b> (Effizienz, Konsistenz, Suffizienz)	Effizienz/ Konsistenz
<b>Erfolgsfaktoren</b>	<p>Zunächst scheint das vom CARB initiierte ZEV-Mandat von zentraler Bedeutung, die sich aber mit Blick auf einen über 20 Jahre eher begrenzten Erfolg relativiert. Als Anstoß könnte das ZEV-Mandat aber zu zwei Entwicklungen geführt haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Erprobung der ca. 1.000 EV1 in Kalifornien, die zwar von GM abgebrochen wurde, aber eine große Zahl von „Elektroautobegeisterten“ hinterließ.</li> <li>• Die Idee von Elon Musk zur Gründung von Tesla.</li> </ul> <p>Der heute zu beobachtende Erfolg in Form eines langsam wachsenden Marktes für Elektroautos ist zurückzuführen auf die Verfügbarkeit des Lithium-Ionen Akkus, mit dem erstmals größere Reichweiten erzielbar wurden, in Verbindung mit einer hohen Förderung durch den Staat Kalifornien wie auch durch die nationale Regierung sowie die Möglichkeit, HOV-Lanes nutzen zu können.</p>
<b>Pfadabhängigkeiten</b>	nicht untersucht

# Inhaltsverzeichnis

<b>Die Fallstudie im Überblick</b>	<b>3</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>4</b>
<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</b>	<b>5</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>5</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>6</b>
<b>2 Auswahl der Fallstudie</b>	<b>7</b>
<b>3 Elektromobilität in Kalifornien</b>	<b>8</b>
3.1 Hintergrund und Rahmenbedingungen	8
3.2 Erfolgsfaktoren im Transformationsprozess	8
3.2.1 Veränderungsidee	8
3.2.2 Transformationsprozess	9
3.3 Change Agents und deren Rolle als Promotoren im Prozess	13
3.4 Tabellarische Zusammenfassung	15
3.5 Resumée und zentrale Erfolgsfaktoren	19
<b>4 Relevanz für die Transformation zu einer Green Economy in Deutschland</b>	<b>20</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>22</b>

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: GM Impact / EV1	9
Abbildung 2: Verkäufe von BEV und PHEV in den USA 2011 bis 2015	12
Abbildung 3: Filmplakat	14
Tabelle 1: Stellungnahmen bei öffentlichen Anhörungen zum ZEV-Mandat nach Stakeholdergruppe von 1990 bis 2003	15
Tabelle 2: Analyse aus der Perspektive des MoC-Ansatzes	16
Tabelle 3: Auswirkungen von Pfadabhängigkeiten auf Transformationsansätze in Deutschland	20

## Abkürzungsverzeichnis

<b>BEV</b>	batterieelektrisches Fahrzeug
<b>CARB</b>	California Air Resources Board
<b>FCEV</b>	Brennstoffzellenfahrzeug
<b>HEV</b>	Hybridfahrzeug
<b>LEV</b>	Low Emission Vehicle
<b>PHEV</b>	Plug-in Hybridfahrzeug
<b>ULEV</b>	Ultra Low Emission Vehicle
<b>TLEV</b>	Transition Low Emission Vehicle
<b>ZEV</b>	Zero Emission Vehicle

# 1 Einleitung

Transformationen sind eine übergeordnete Kategorie eines gesamtgesellschaftlichen Wandels. Das vorliegende Paper, das sich insbesondere mit der projektspezifischen Operationalisierung des Models of Change (MoC) Ansatzes beschäftigt, ist ein Arbeitsergebnis im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Vorhabens „Evolution2Green“. Das von adelphi gemeinsam mit dem Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT) und dem Borderstep Institut durchgeführte Forschungsvorhaben thematisiert Transformationspfade hin zu einer Green Economy und die Gestaltung von Pfadwechseln. Das Projekt Evolution2Green strebt folgende Ziele an:

- Analyse wesentlicher Transformationshemmnisse unter besonderer Beachtung von Pfadabhängigkeiten in einem breiten Spektrum von 15 Problemfeldern,
- Identifizierung von problemübergreifend wesentlichen Rahmenbedingungen für erfolgreiche Pfadwechsel und eine Zusammenstellung von Best Practices der Transformation (u.a. im Rahmen der hier vorliegenden Fallstudie),
- Erstellung von Roadmaps zur Transformation sowie den Strukturen und Inhalten einer Gesamtstrategie zur Umsetzung einer Green Economy in Deutschland

Der MoC-Ansatz stellt dabei eine der grundlegenden Analyseperspektiven des E2G-Projekts dar. Diese Analyse entstand aufbauend auf den Erkenntnissen des theoriegeleiteten Inputpapers „Models of Change (MoC) als Analyseansatz“ (Kahlenborn, Tappeser & Chichowitz, 2016) sowie der darauf basierenden Ausarbeitung zur E2G-spezifischen Operationalisierung. Hier werden die zentralen Analyseeinheiten für die Erfolgsfaktoren von Transformationen nach Kora Kristof (2010) genutzt und um Perspektiven aus der Politik- und Wirtschaftswissenschaft, besonders mit Fokus auf die Multilevel Perspektive (Geels, 2002, 2010; WBGU, 2011) erweitert, die für die Umsetzung des E2G-Projekts von hoher Relevanz sind.

Die vorliegende Fallstudie begründet in Kapitel 2 die Fallauswahl. In Kapitel 3.1 werden dann die Ausgangssituation und Problemdruck beschrieben, Kapitel 3.2 schildert den Ablauf des Transformationsprozesses und Kapitel 3.3 fokussiert Change Agents und deren Rolle als Promotoren im Prozess. Kapitel 3.4 reflektiert, inwieweit im vorliegenden Beispiel die in Deutschland gefundenen Pfadabhängigkeiten der Branche überhaupt vorlagen oder wie sie überwunden wurden.

Diese Erkenntnisse werden abschließend in Kapitel 4 abstrahiert, um Schlüsse aus der Perspektive des Models of Change Ansatzes ziehen zu können. Weiter thematisiert Kapitel 4 die Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf die Transformation zur Green Economy in Deutschland.

## 2 Auswahl der Fallstudie

Die Zielsetzung der Fallstudien im Projekt Evolution2Green besteht darin, konkrete Fälle und ihre Hintergründe zu beleuchten, in denen wesentliche Pfadabhängigkeiten, die den Pfadwechsel zur Green Economy behindern, überwunden wurden.

Mit Blick auf die Transformationsfeldanalyse zu PKW-Antrieben (Clausen, 2016) war es daher das Ziel Fälle zu identifizieren, in denen das Lock-in auf den Verbrennungsmotor überwunden wurde.

Kalifornien gilt aufgrund seiner anspruchsvollen Politik zur Luftreinhaltung seit 20 Jahren als Förderer von emissionsfreien Automobilen. Bezogen auf die ganze USA sind BEV und PHEV zwar nur ein Nischenphänomen. Bezogen auf 14,4 Millionen Neuzulassungen (2012) wurden 2015 ca. 60.000 BEV (0,4%) und ca 60.000 PHEV (0,4%) abgesetzt. Dies entspricht in etwa dem aktuellen Marktanteil in Deutschland. Ein großer Anteil dieser Wagen wird aber in Kalifornien verkauft. Dort liegt der Anteil sogenannter Zero Emissions Vehicles (ZEV) zwar mit 3% deutlich höher, ist aber seit 2014 relativ konstant.<sup>1</sup> Von den insgesamt in den USA zugelassenen ca. 71.000 Tesla fahren 48% in Kaliforniens Straßen.<sup>1</sup>

Mit Blick auf die lange Geschichte der Anstrengungen, den ZEV Anteil zu heben, verspricht daher die Analyse des Falles Kalifornien hohen Erkenntniswert.

<sup>1</sup> Vgl. <http://fortune.com/2016/09/01/california-zero-emission-vehicle-sales/> vom 21.11.2016.

## 3 Elektromobilität in Kalifornien

---

### 3.1 Hintergrund und Rahmenbedingungen

---

Kalifornien ist mit über 400.000 km<sup>2</sup> Fläche größer als Deutschland. Eine Bevölkerung von 37,2 Mio. Einwohnern betreibt ungefähr 27 Millionen Personenwagen.

In der Studie zum Transformationsfeld PKW-Antriebe im Rahmen des Projektes Evolution2Green wird ein Überblick über die aus der Nutzung von Verbrennungsmotoren erwachsenden Umweltbelastungen gegeben (Clausen, 2016). Diese Umweltbelastungen bestehen im Beitrag des Verkehrs zum Treibhauseffekt, in der Verschmutzung der Luft durch Feinstaub und NO<sub>x</sub> wie auch in der Lärmentwicklung.

In Kalifornien war der Beginn der Debatte über die Förderung der Elektromobilität eng mit dem Problem der Luftqualität in Städten wie Los Angeles verbunden (Collantes & Sperling, 2008, S. 1303). Aufgrund einer Klage von der Coalition for Clean Air und dem Sierra Club war 1988 erreicht worden, dass ein Bundesgericht das EPA als Organ der nationalen Regierung der USA anwies, einen Plan zur Verbesserung der Luftqualität im South Coast Air Quality Management District (SCAQMD) aufzustellen. Die Klage erfolgte aufgrund der Tatsache, dass der SCAQMD versäumt hatte, föderale Luftqualitätsnormen zu erreichen. 1988 litt die Region unter 176 Tagen mit Ozonniveaus über dem festgelegten Standard, weit mehr als jede andere Metropole (Collantes & Sperling, 2008, S. 1303). Die Betroffenheit (bis hin zu Gesundheitsschädigung) sowie der politische Handlungsdruck in Kalifornien waren dementsprechend groß.

Die Automobilindustrie ist in Kalifornien nicht besonders stark vertreten und ihre politische Schlagkraft ist begrenzt (Collantes & Sperling, 2008, S. 1311). Die Stadt Los Angeles ermittelt für Südkalifornien zwar ca. 200.000 Beschäftigte im Automobilhandel, in Tankstellen und Werkstätten, sagt aber zur Beschäftigung in der Herstellung nur, dass diese nicht wesentlich wäre (Los Angeles County Economic Development Corporation, 2006, S. 16).

Auch die Energiebranche ist in Kalifornien nicht stark. Während Kalifornien 7% des Stroms der USA verbraucht, werden nur 5% davon erzeugt. Der Selbstversorgungsgrad bei Kohle beträgt 0%, bei Erdgas 10% und nur bei Rohöl werden in Kalifornien 8% gefördert, aber nur 6% destilliert (US Department of Energy, 2015, S. 1).

Aus der Fahrzeugbranche ist nur Ford mit einem Montagewerk vertreten. Highlight der kalifornischen Autoindustrie ist das 2003 gegründete Unternehmen Tesla Motors.

### 3.2 Erfolgsfaktoren im Transformationsprozess

---

#### 3.2.1 Veränderungsidee

Ausgangspunkt des kalifornischen Sonderwegs in der Elektromobilität waren die Probleme mit der Luftqualität in den späten 1980er Jahren. Die Reagan-Administration hatte die Gesundheitspolitik und den Umweltschutz eher vernachlässigt. Saurer Regen, Luftverschmutzung, das Ozonloch und zunehmend auch der Treibhauseffekt beunruhigten die Öffentlichkeit. Auch der besonders heiße und trockene Sommer 1988 und die Tankerkatastrophe der Exxon Valdez in Alaska im März 1989 hatten ein intensives Medienecho zur Folge (Collantes & Sperling, 2008, S. 1303).

In dieser Situation wurden verschiedene Vorschläge in die Debatte eingebracht. Einige schlugen alternative Treibstoffe vor, die Ölindustrie saubereres Benzin. Es wurde auch über einen komplexen „fuel-pool“ debattiert, zu dem verschiedene alternative Treibstoffe abhängig von ihren Emissionen im Fahrzeugbetrieb beitragen sollten. Innerhalb der des California Air Resources Board wurde dieser Vorschlag als „fuel-pool“ abgelehnt (Collantes & Sperling, 2008, S. 1305). Die Kritik der Ölindustrie fokussierte sich aber auch in Zukunft eher auf Maßnahmen, die direkten Einfluss auf den Treibstoffmarkt haben könnten, z.B. Erdgasautos.

Zu dieser Zeit tauchte auch das Konzept des batterieelektrischen Fahrzeugs (BEV) als eine herausragende Option in der Debatte auf. Das „Center for Politics and Policy“ der Claremont Graduate School hatte eine teilweise durch Southern California Edison finanzierte Studie durchgeführt. Thema war das Potenzial von BEVs zur Verringerung der Luftverschmutzung in der Region. Die Studie machte auf neue Batterien aufmerksam, die die Reichweite auf bis zu 200 km steigern könnten, machte aber die Einschränkung, dass BEV auch dann noch hinsichtlich Geschwindigkeit und Leistung nicht gleich leistungsfähig wären wie Autos mit Verbrennungsmotor. Sie seien daher am besten als Zweitwagen geeignet (Collantes & Sperling, 2008, S. 1303).

### 3.2.2 Transformationsprozess

Ende der 1980er Jahre entstand sowohl in der kalifornischen Regierung wie in der Industrie der Eindruck, dass die etablierten Technologien das Problem der Luftqualität nicht lösen würden. Im September 1990 beschloss dann das California Air Resources Board seine Resolution 90-58 in der das Programm der „Low Emission Vehicle (LEV)“ begründet wird. Hier heißt es (California Air Resources Board, 1990, S. 22):

“While meeting the fleet average requirement, each manufacturer’s sales fleet of passenger cars and light-duty trucks from 0 to 3750 lbs LVW, shall be composed of at least 2% ZEVs each model year from 1998 through 2000, 5% ZEVs in 2001 and 2002, and 10% ZEVs in 2003 and subsequent model years.”

Jeder Automobilhersteller erwarb durch den Verkauf von LEV sogenannte „Credits“, die auch verkäuflich waren oder auf Folgejahre übertragen werden konnten. Erwarb ein Hersteller nicht genügend Credits, war eine Strafe zu zahlen.

Da es innerhalb von CARB nicht üblich war Verordnungen zu erlassen, gegen die alle Autohersteller opponierten, organisierte das CARB Workshops mit Autoherstellern. Mit Ausnahmen von Ford Motor wurden auf diesen Workshops in der Tat fast durchgängig Bedenken geäußert, aber da in 1998 nur 2% Marktanteil gefordert waren, schien die Unterstützung durch nur einen Hersteller zunächst ausreichend (Collantes & Sperling, 2008, S. 1307).

Das ZEV-Mandat versuchte, die technologische Entwicklung zu forcieren. Hersteller wie

**Abbildung 1: GM Impact / EV1**



Quelle:

[https://de.wikipedia.org/wiki/General\\_Motors\\_EV1electric.com](https://de.wikipedia.org/wiki/General_Motors_EV1electric.com)

Ford, Mercedes, Chrysler und Volvo drängten darauf, die Herstellung von ZEV nicht imperativ vorzuschreiben sondern eher als Ziel zu formulieren. Aber CARB war zuversichtlich, dass ein Mandat die Entwicklung zuverlässiger voranbringen würde. Denn in ähnlicher Weise war bereits viele Jahre zuvor der Katalysator innerhalb der Autoindustrie durchgesetzt worden (Collantes & Sperling, 2008, S. 1311). Dabei half die Tatsache, dass GM auf der Los Angeles Auto Show am 3. Januar 1990 das Elektroauto Impact / EV1 vorstellte. Damit war die Machbarkeit demonstriert.

Der technologische Fokus ließ bei der Durchsetzung des ZEV-Mandates auch den Gedanken an die Wünsche der Konsumenten oder die Kosten in den Hintergrund wandern. CARB schätzte die Mehrkosten für ein ZEV damals auf 1.350 \$, allerhöchstens auf 3.500 \$ und nahm an, dass die erhöhten Kosten für die Batterie sich schon durch geringere Werkstattkosten amortisieren würden. Das Verständnis der Konsumentenwünsche war bei CARB insgesamt bestenfalls lückenhaft (Collantes & Sperling, 2008, S. 1307). Dr. Wortmann als Mitglied des CARB-Vorstandes gab als einzige zu bedenken (Collantes & Sperling, 2008, S. 1308).

“. . .while we're all in favor of electricity, one thing that I think should be brought up: We did a study for the Department of Energy with lead-acid batteries, which at present are the most practical probably. Every 15 months, the lucky owner of that car is going to replace his battery set for a cost of between three and four thousand dollars. We're all dedicated to clean air. How many people are going to spend three or four thousand dollars every 15 months for a new set of batteries?"

Die Autohersteller empfanden das ZEV-Mandat als im Vergleich zu anderen Verordnungen des CARB als „ein wenig extremer“ (Collantes & Sperling, 2008, S. 1309), ihre Kritik war aber vergleichsweise zurückhaltend. Da weder Kosten noch Nutzungseinschränkungen ernsthaft berücksichtigt worden waren, wurde das Mandat von ihnen auch als Vorschrift zum Verbraucherverhalten interpretiert. Auch waren die Hersteller nicht überzeugt, dass die nötigen Milliardeninvestitionen nicht besser in „sauberere“ Verbrennungsmotoren investiert worden wären. Die Tatsache, dass CARB nur auf die Emissionen im Fahrzeugbetrieb fokussierte und die Emissionen der Kraftwerke nicht berücksichtigte, stieß bei den Herstellern ebenfalls auf Kritik. Gegen diese Kritik hielt die CARB das ZEV-Mandat aufrecht, da man für die Zukunft von wachsender Bevölkerung, wachsendem Autobesitz und wachsender Autonutzung ausging und daraus schloss, dass eine Verbesserung der Luftqualität nur durch drastische Maßnahmen erreicht werden könnte.

Für die Umweltverbände war das ZEV-Mandat nur am Rande Thema. Nur der Sierra Club und die Coalition for Clean Air wurden in der Sache zunächst aktiv, später dann auch der Environmental Defense Fund und das National Resources Council. Sie unterstützten das ZEV-Mandat, wiesen aber auf die Emissionen bei der Stromerzeugung hin. Grundsätzlich wurde die Reaktion auf das ZEV-Mandat eher durch eine technikkritische Position geprägt.

Die durch das ZEV-Mandat angestoßene Entwicklung verlief langsam und mit Rückschlägen. Unterstützt wurde sie durch die Clinton Administration, die Entwicklungsanstrengungen in Richtung auf hybridelektrische Fahrzeuge mit ca. 1 Mrd. \$ förderte (Paine, 2006). In 1996 wurde die Anforderung zur Vermarktung von 2% ZEVs ab 1998 und 5% ZEVs ab 2001 gestrichen. CARB bezweifelte zu diesem Zeitpunkt, dass die Ziele des ZEV-Mandats erreichbar wären. Mit den verfügbaren Batterien, so befürchtete man, wären die Vorstellungen von nicht einmal 2% der Kunden zu erfüllen (Collantes, 2006, S. 95). CARB bot also einen Kompromiss an, anstatt den völligen Fehlschlag des Programmes zu riskieren. Die Autohersteller sagten im Tausch dafür zu, in Forschung zu ZEV und Batterietechnik zu investieren und zwischen 1998 und 2000 mindestens 3.750 BEV zu produzieren (Shaheen, Wright & Sperling, 2002, S. 117). Die ersten GM Impact / EV1 wurden 1996 ausgeliefert. In der Zeit von 1998 bis 2003 wurden dann insgesamt ca. 4.000 BEV in Kalifornien abgesetzt (California Air Resources Board, 2004, S. 1). Bei einer jährlichen Zahl von 1,5 bis 2 Millionen Neuzulas-

sungen (California New Car Dealers Association, 2016) weit unterhalb der ursprünglich angestrebten 10%.

In 2001 wurde den Herstellern vorgeschrieben, 2% reine ZEV abzusetzen, 2% PHEV und 6% Wagen mit sehr niedrigen Emissionen (California Air Resources Board, 2004, S. 1). Schon 2003 wurde die Regulierung wieder verändert. Die prozentualen Anforderungen an Mindestproduktionszahlen wurden auf einen Beginn im Jahr 2005 festgesetzt und innerhalb der ZEV wurden Kategorien nach Reichweite und Motorleistung geschaffen (California Air Resources Board, 2004, S. 2). Auch im Hintergrund dieser Änderungen des ZEV-Mandats war u.a. die langsame Entwicklung der Batterietechnologie maßgeblich. Die einzige 2003 in Serie verfügbare Akkutechnologie war der Nickel-Metall-Hybridakku (NiMH), mit dem Reichweiten von bis zu 150 km zu Preisen von 7.000 \$ bis 9.000 \$ für einen Akkusatz erzielbar waren. Die den Verabredungen mit den Herstellern aus den Jahren davor zugrunde liegenden Hoffnungen hatten sich nicht erfüllt. Ein sich selbst tragender Markt existierte nicht (Collantes, 2006, S. 105).

Auf Grund der Einschätzung, dass eine wirtschaftliche Produktion von BEV nicht möglich wäre, hatte General Motors die Produktion des Impact schon 1999 eingestellt. Auch in Folge eines von Präsident Bush verkündeten Großprogramms zur Entwicklung von Brennstoffzellen (dass die Förderung die durch Clinton initiierte Hybridtechnologie ablöste) verlagerten die Autohersteller ihre Aktivitäten in Richtung auf die Brennstoffzelle (Collantes, 2006, S. 113). Um die Kosten für die Werkstattstrukturen für die bis dahin verleaste 1.117 Wagen zu sparen kündigte GM in 2003 die Leasingverträge, holte die letzten Wagen Anfang 2014 bei den Kunden ab und lies den größten Teil verschrotten (Paine, 2006). 78 EV1 standen noch bis zum 15. März 2005 auf einem GMN-Gelände, vor dem über Monate eine Mahnwache für die EV1 stand. Bevor diese letzten Fahrzeuge zum Verschrotten gebracht werden konnten, wurde diverse Personen, die die Ausfahrt blockierten, festgenommen (Paine, 2006).

Die nächste Überarbeitung des ZEV-Mandats erfolgte 2006 bis 2008. Wichtig waren jetzt die Fortschritte der Lithium-Ionen Batterien sowie die zunehmende Serienreife von Plug-In EV (California Air Resources Board, 2009, S. 26). Das Verkaufsziel für ZEV wurde nun auf 11% in 2009 bis 2011, 12% in 2012 bis 2014, 14% in 2015 bis 2017 und 16% ab 2018 festgesetzt (California Air Resources Board, 2009, S. 38). Erst im Anschluss an diese Überarbeitung des Mandats begannen die Verkaufszahlen von „echten“ Elektrofahrzeugen, also BEV und PHEV, erstmals wirklich anzusteigen.

Zur Förderung des Absatzes wurde durch Gouverneur Schwarzenegger in 2007 ein „Rabattprogramm“ aufgelegt, welches ab 2009 wirksam wurde<sup>2</sup>, der Zugang zu Carpool-Lanes wurde ebenfalls 2009 ermöglicht<sup>3</sup>, der Bau von Ladestationen wurde unterstützt und ein Multi-State ZEV Action Plan begonnen (International Council on Clean Transportation, 2015, S. 21). Zwischen 2012 und 2015 nahmen ca. 91.000 Kunden den Rabatt in Anspruch, davon ca. 39.000 für ein PHEV und ca. 52.000 für ein BEV (California Air Resources Board, 2016a). Sie fuhren zu 20% Nissan LEAF, zu 19% Chevrolet Volt, zu 15% Tesla Model S, zu 15% Toyota Prius Plug-in und zu 13% den FIAT 500e. Der Hauptkaufgrund war sowohl für PHEV wie auch BEV das Sparen von Treibstoffkosten. 66% der PHEV-Nutzer und 51% der BEV-Nutzer gaben auch an, die Nutzung der HOV-Lanes wäre sehr wichtig oder extrem wichtig für die Kaufentscheidung gewesen. Für 74% waren die Rabatte sehr wichtig oder extrem wichtig. Die Möglichkeit, am Arbeitsplatz zu laden war für 22% extrem wichtig und für

<sup>2</sup> Vgl. <http://energycenter.org/program/clean-vehicle-rebate-project> vom 30.11.2016.

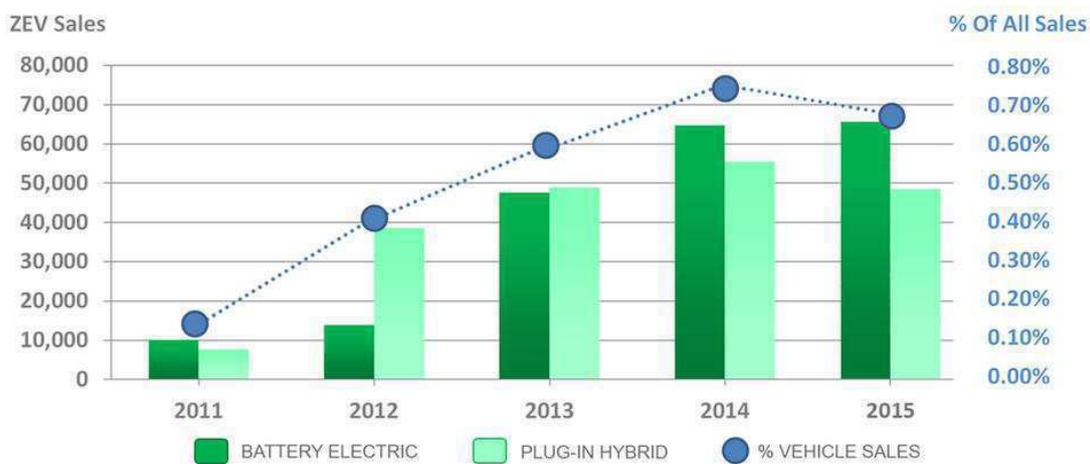
<sup>3</sup> Vgl. [http://venividiwiki.ee.virginia.edu/mediawiki/index.php/Electric\\_Vehicles:\\_Introduction\\_of\\_ZEV\\_mandate\\_and\\_a\\_role\\_of\\_government\\_in\\_promotion\\_of\\_EVs](http://venividiwiki.ee.virginia.edu/mediawiki/index.php/Electric_Vehicles:_Introduction_of_ZEV_mandate_and_a_role_of_government_in_promotion_of_EVs) vom 30.11.2016.

15% sehr wichtig. Für 48% war diese Möglichkeit nicht oder kaum von Bedeutung (California Air Resources Board, 2016a).

In einer Vorläuferumfrage gaben nur 8% an, mit ihrem BEV täglich mehr als 70km zu fahren. Dennoch waren nur 8% mit der Reichweite „extrem“ zufrieden, weitere 52% waren immerhin „zufrieden“ (California Air Resources Board, 2013, S. 7).

Die Statistik des US Department of Transportation (2016, S. 166) zeigt, dass in den Jahren bis 2010 nur die Zahl der konventionellen Hybridfahrzeuge langsam auf ca. 300.000 p.a. anstieg. Erst in 2011 werden die BEV und PHEV in den Grafiken der nationalen Statistik sichtbar.

**Abbildung 2: Verkäufe von BEV und PHEV in den USA 2011 bis 2015**



Quelle: <http://www.zevfacts.com/marketplace.html> vom 29.11.2016

Die im aktuellen (wiederum veränderten) ZEV-Mandat festgelegten 4,5% ZEV ab 2018 bedeuten konkret, dass in 2018 ca. 75.000 ZEV abgesetzt werden müssen (California Air Resources Board, 2016b). Im Jahr 2015 wurden 61.915 ZEVs in Kalifornien verkauft. Dieser Wert muss bis 2018 um etwa 21% gesteigert werden, um die Verordnung zu erfüllen.

Der Tracking Process der California Energy Commission (2016, S. 2) zeigt, dass annähernd alle BEV und gut die Hälfte der PHEV davon in Kalifornien zugelassen wurden. Die Energy Commission schätzt aber, dass der Markt erst dann „nachhaltig“ sein wird, wenn die jährlichen Verkaufszahlen von BEV, FCEV und PHEV in Kalifornien auf ungefähr 250.000 p.a. gestiegen sein werden und erwartet, dies etwa im Jahr 2025 zu erreichen.

Bis 2025 müssen 15% der kalifornischen Fahrzeugverkäufe ZEVs sein, schätzungsweise 265.000 pro Jahr, ein Anstieg von 250% im nächsten Jahrzehnt.

In einem Vortrag auf der Website des ICCT findet sich als Resümee des Erfolgs des ZEV-Programms bis 2013 der Absatz von ca. 3 Mio. Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor und besonders niedrigen Emissionen, von 560.000 Hybridfahrzeugen, 33.000 PHEV und 33.000 BEV sowie 500 FCEV (International Council on Clean Transportation, 2015). Aus Sicht des Air Resources Board sind zur Förderung des Absatzes von BEV zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen:

- Anreize für die Verbraucher,

- Aufbau einer robusten Ladeinfrastruktur,
- Unterstützung der ZEV-Anforderungen in anderen Bundesstaaten.

In 2011 erheben die Union of Concerned Scientists zusammen mit dem Resource Defense Council das Bedenken, der Prozess ginge nicht schnell genug. Mit Blick auf die Fortschritte in anderen Teilen der Welt fürchtete man, die USA könnten zurückfallen und letztlich Elektroautos im Ausland kaufen müssen (Union of Concerned Scientists & National Resource Defense Council, 2011, S. 2). Wie weit Kalifornien den Wandel mit Blick auf Automobilkultur geschafft hat bleibt unklar. Zur Eröffnung der Los Angeles Autoshow 2016 schrieb ein Autojournalist als Einstieg in die Vorstellung des Mercedes-Maybach Cabrio mit 630 PS: „Kalifornien ist das Land der automobilen Lebensfreude. Hier darf man Luxus und Leistung frönen, ohne sich schämen zu müssen“ (Piper, 2016).

Vorbild ist Kalifornien offenbar dennoch. Das „Innovation Center for Energy and Transportation“ in Peking hat zumindest bereits zwei Berichte erstellen lassen, mit denen die Übertragbarkeit kalifornischer Erfahrungen auf China untersucht wurde (The Innovation Center for Energy and Transportation, 2014a, 2014b).

---

### 3.3 Change Agents und deren Rolle als Promotoren im Prozess

---

In der ersten Phase der Entwicklung des ZEV-Programmes spielte ein „political entrepreneur“ eine zentrale Rolle: Don Drachand. Auf ihn und eine relativ kleine Gruppe von Spezialisten des California Air Resources Board ging die ZEV-Politik letztlich zurück. Drachand war ein erfahrener Mitarbeiter der CARB und glaubte an das Potenzial von Elektrofahrzeugen, einen wesentlichen Beitrag zur Lösung des Problems der Luftverschmutzung zu leisten. Es dürfte hilfreich gewesen sein, dass die Idee zu den das ZEV betreffenden Vorschriften direkt in der zuständigen Regulierungsbehörde entstand. Aus diesem Grund wurde die Glaubwürdigkeit der Idee nicht in Frage gestellt, und die Idee musste nur wenige formale Entscheidungsebenen, nämlich die Geschäftsleitung und den Vorstand des CARB, durchlaufen (Collantes & Sperling, 2008, S. 1311).

Für die Genese der Idee war auch General Motors von Bedeutung. Am 3. Januar 1990 stellte GM auf der Los Angeles Auto Show den Prototyp eines grundlegend als Elektroauto konstruierten Fahrzeugs vor: den GM Impact (auch genannt EV1). Der Impact zeigte hinsichtlich Leistung und Reichweite deutliche Fortschritte gegenüber vorhergehenden Elektroautos. Der damalige Vorstandsvorsitzende von GM, Roger Smith, beschrieb den Wagen mit seinen Eigenschaften. Der Impact sollte in 8 Sekunden auf ca. 100 km/h beschleunigen und eine Reichweite von ca. 200 km haben. Smith führte aus (Collantes & Sperling, 2008, S. 1306):

“There are no yet-to-be-solved secrets,” he asserted, adding that “[t]he thing is its marketability. . . We want an electric car that’s producible, that can handle itself on the highway and that can meet the federal standards out there and that is a marketable product. We believe we’ve accomplished two-thirds of that”

Auf einer Veranstaltung in Century City erhielten Don Drachand und andere CARB-Beschäftigte die Gelegenheit, den GM-Impact zu testen. Drachand kam zu der Ansicht, dass Autos wie der Impact zwar nicht alle Verbrenner-Fahrzeuge ersetzen würden, aber es wäre ein gutes Auto für Pendler. Aus Sicht von Collantes, der über 50 an der Genese des ZEV-Mandates Beteiligte befragt hat, war es dieses Event noch mehr als die Los Angeles Motor Show, das zur Entstehung der ZEV-Idee beitrug (Collantes & Sperling, 2008, S. 1306).

Es muss auch erwähnt werden, dass das CARB eine ungewöhnlich unabhängige und transparente Behörde war. CARB berichtete nicht an den Gouverneur und war in seinen Entscheidungen nicht von seiner Zustimmung abhängig. Alle Entscheidungen wurden auf mo-

natlichen öffentlichen Meetings gefällt. Jeder Kontakt zu Anspruchsgruppenvertretern, einschließlich Politikern, zu den Mitgliedern der CARB musste vor jeder Abstimmung offengelegt werden. Einflussnahme auf das CARB war also immer dann risikoreich, wenn sie sich inhaltlich gegen die öffentliche Meinung richtete. Völlig unabhängig von der Politik war das CARB dennoch nicht. Seine Mitglieder wurden vom Gouverneur ernannt und abberufen und die Legislative setzte das jährliche Budget fest. Collantes fand dennoch eine Kultur der Unabhängigkeit, die von den Stakeholdern respektiert wurde (Collantes & Sperling, 2008, S. 1305).

Schon 1992 wurde CALSTART gegründet, eine von Beginn an sehr aktive Mitgliederorganisation, die schon Mitte der 1990er Jahre Schaufensterprojekte für E-Mobilität durchführte.<sup>4</sup>

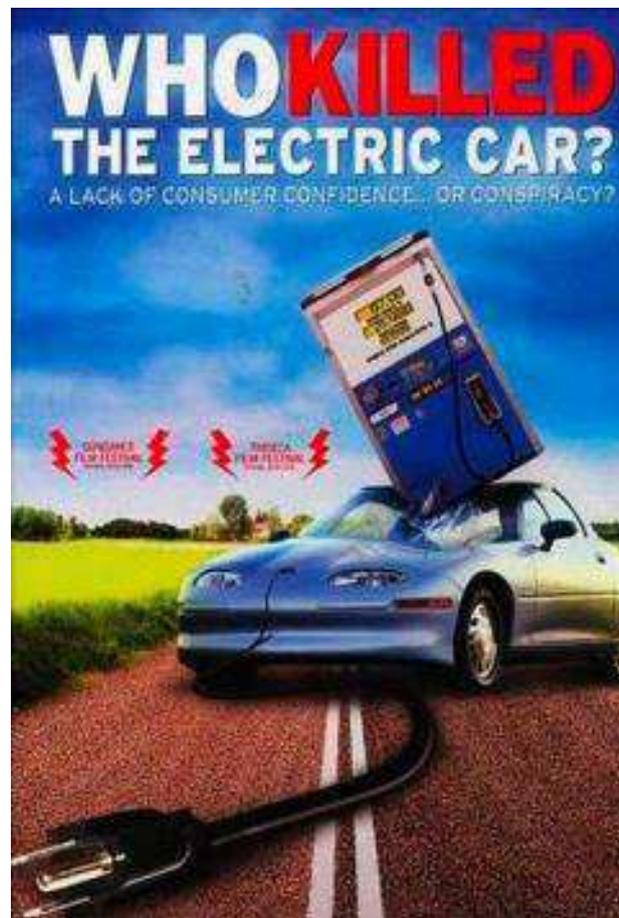
Von Bedeutung für die Entwicklung in Kalifornien war auch die EUREKA-Konferenz der EU 1994 in Lillehammer. Auf dieser Konferenz wurde das norwegische PIVCO-Mobil im Beisein von Repräsentanten der kalifornischen Zero Emission Vehicle Initiative vorgestellt. Dies führte zu einer Kooperation und dem Export von 40 PIVCO nach Kalifornien, was sowohl wirtschaftlich wie auch von der Imagewirkung her wichtig für das Überleben von PIVCO in Norwegen war. PIVCO erhielt die Chance, im kalifornischen Markt zu lernen und hier könnte auch die Ursache für das Interesse der Ford Motor Company liegen, die 1999 zum Kauf von PIVCO durch Ford führte (Figenbaum & Kolbenstvedt, 2013, S. 14). Die Ford Motor Company verabschiedete sich aber bereits im Jahr 2003 aus ihrem PIVCO-Engagement.

Die Tatsache, dass GM seine Impact / EV1-Flotte in 2003 aus dem Verkehr zog war der Anlass für den Regisseur Chris Paine seinen Film „Who killed the electric car“ zu drehen (Paine, 2006). Paine selbst war begeisterter Fahrer eines EV1 gewesen, dass er wie folgt charakterisierte (Needles, 14.6.2011):

“The first day I drove it off the lot I went, “wow, the future’s arrived!” This car was like nothing else you’ve ever driven, it was every fantasy I’d ever had of what cars could be as a little kid. I drank the Kool Aid as they say. I think that’s why it’s so exciting now because people are finally going to get a chance to drive them.”

Die Tatsache, dass auch er sein EV1 gegen Ablauf der Leasingzeit zurückgeben musste motivierte ihn zu dem Film.

Abbildung 3: Filmplakat



Quelle:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Who\\_Killed\\_the\\_Electric\\_Car%3F](https://en.wikipedia.org/wiki/Who_Killed_the_Electric_Car%3F)

<sup>4</sup> Vgl. <http://www.calstart.org/About-us/Who-We-Are/CALSTART-History.aspx> vom 29.11.2016.

Der Film enthält Interviews mit Prominenten, die damals Elektroautos fuhren, wie Mel Gibson und Tom Hanks sowie mit Politaktivisten wie Ralph Nader und Politikern wie Alan C. Lloyd (ehemaliger Umweltminister von Kalifornien). Als „Verdächtige“ untersuchte der Film die Rolle der US-Konsumenten, der Batterien, der Öl- und Autoindustrie, der Regierungen der USA und in Kalifornien sowie die Rolle der Brennstoffzelle. Bis auf die Batterietechnik hält der Film alle „Verdächtigen“ für schuldig. Aufhalten konnte der 2006 erschienene Film die Verschrottung der meisten GM EV1 dennoch nicht.

Einen interessanten Einblick in die Dynamik der Stakeholderseite des ZEV Prozesses verschafft die Dissertation von Collantes (Collantes, 2006, S. 122). Während die etablierte Industrie im öffentlichen Diskurs, und speziell in parlamentarischen Anhörungen über E-Mobilität immer weniger vertreten ist, sind es immer mehr Stellungnahmen aus den Reihen von Umweltbewegung, Forschung und vor allem der sich entwickelnden Industrie, die elektrische Antriebe herstellt.

**Tabelle 1: Stellungnahmen bei öffentlichen Anhörungen zum ZEV-Mandat nach Stakeholdergruppe von 1990 bis 2003**

Stakeholder group	1990	1996	2001	2003	Total
Auto Industry	12	8	7	3	30
Oil Companies	4	1	1	0	6
Governmental Agencies	6	1	1	5	13
Government	3	5	5	2	15
Public Utilities/Energy	2	1	1	4	8
Electric-drive Industry	1	5	4	13	23
Misc. Associations	0	2	3	1	6
Environmental NGOs	4	7	7	7	25
Research/Science	0	2	4	4	10
Total	32	32	33	39	136

Im Vergleich zu der Entwicklung in Deutschland ist auch interessant, dass die Frage der Luftqualität in Kalifornien eine ungleich größere Rolle spielte und spielt. Dies wird sowohl aus der Ausgangssituation bei der Genese des ZEV-Mandates deutlich, aber auch aktuell spielt es eine Rolle. So publizierte z.B. die American Lung Association in 2016 einen Bericht zur Bedeutung von ZEV für saubere Luft (American Lung Association, 2016).

### 3.4 Tabellarische Zusammenfassung

Der MoC-Ansatz stellt eine der grundlegenden Analyseperspektiven des E2G-Projekts dar. Diese Analyse entstand aufbauend auf den Erkenntnissen des theoriegeleiteten Inputpapers „Models of Change (MoC) als Analyseansatz“ (Kahlenborn et al., 2016). Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse der Fallstudie aus der Perspektive des Ansatzes zusammen.

**Tabelle 2: Analyse aus der Perspektive des MoC-Ansatzes**

Operationalisierung nach MoC	Der Fall Elektromobilität in Norwegen	Relevanz
Randbedingungen / Landscape		
Problemlage	Die Problemlage bestand in den Umweltbelastungen des Verkehrs und dabei primär im Beitrag des Verkehrs zur Verschmutzung der Luft durch Feinstaub und NOx wie auch in der Lärmentwicklung in Ballungsräumen.	<i>sehr hoch</i>
Wesentliche Rahmenbedingungen	Eine wichtige Rahmenbedingung ist der sehr begrenzte Umfang der Automobilproduktion in Kalifornien. Hinzu kommt seit 2003 die Existenz des sehr imagewirksamen StartUps Tesla Motors. Von Bedeutung ist auch die sehr unabhängige und durchsetzungsstarke Umweltverwaltung mit dem California Air Resources Board.	<i>sehr hoch</i>
Akteure und ihre Qualifikationen		
Change Agents/Promotoren	Promotoren aus Politik, Verwaltung und Industrie waren zeitparallel seit ca. 1988 aktiv. Besondere Bedeutung hatte Don Drachand aus dem CARB, auf den die Idee zum ZEV-Mandat zurückgeht. Als erfahrener Verwaltungsmitarbeiter und „political entrepreneur“ gelang es ihm, das erste ZEV-Mandat erfolgreich in den Gesetzgebungsprozess zu bringen.	<i>sehr hoch</i>
Zielgruppe/ weitere Akteure	Die 37,2 Millionen KalifornierInnen verfügen über ca. 27 Millionen PKW. Die „Zielgruppe“ der Transformation ist damit die gesamte Bevölkerung. Als besonders von der Transformation betroffene Gruppen können die PKW-Händler und Werkstätten gelten, die sich auf die neue Technologie umstellen müssen. Weiter die Hersteller und Zulieferer des elektrischen Antriebsstrangs, die ihren Absatz steigern werden. Starke und entschlossene Vetospieler konnten in Kalifornien nicht identifiziert werden.	<i>unklar</i>
Veränderungsidee und Lösungsvorschläge		
Passgenaue und dynamische Umsetzungslösung	Schon das erste in Kalifornien abgesetzte Elektroauto, der GM Impact oder EV1, begeisterte ab 1998 seine Zielgruppe. Vergleichbare Autos waren in den Jahren 2001 bis 2009 aber kaum im Angebot. Die Anforderungen an Elektro-PKW orientieren sich heute an der Nützlichkeit der Verbrenner-PKW und versuchen deren Funktionalität zu erreichen oder gar zu übertreffen.	<i>sehr hoch</i>
Strategien und Instrumenten-	Die ersten Jahre des ZEV-Mandates waren auf eine Forcierung der Technologieentwicklung	<i>mittel</i>

tenmix	durch verpflichtende Verkaufszahlen gerichtet. Erst deutlich später kamen andere Fördermaßnahmen hinzu. Neben der Erlaubnis, seit 2009 HOV-Lanes zu befahren wurde auch der Ausbau der Ladeinfrastruktur in Angriff genommen sowie ebenso ab 2009 Zuschüsse zum Kauf von Elektroautos gezahlt.	
Umgang mit Zielkonflikten	Die immer wieder artikulierten Zielkonflikte mit der Automobilbranche waren nicht von hohem Einfluss, da in Kalifornien keine Automobilproduzenten mit einem Angebot an PKW mit Verbrennungsmotoren oder eine großem Zahl von Arbeitsplätzen existieren. Zielkonflikte mit Blick auf die Umsetzung des ZEV-Mandates wurden durch eine Reihe von Kompromissen, im Wesentlichen in der Streckung des Zeitplans bestehend, gelöst. National wirksame Zielkonflikte mit der Energiebranche (Öl) waren ebenfalls kaum von Einfluss.	<i>niedrig</i>
Zeitaspekte		
Auslöser und disruptive Innovationen	Die disruptive Innovation ist der Sprung vom Verbrennungsmotor zum Elektroantrieb oder zur Brennstoffzelle, deren Wettbewerb zunächst durch die Serienreife der Lithiumionenbatterie vorübergehend entscheiden ist. Auslöser waren zunehmende Umweltprobleme in Kombination mit hohem Umweltbewusstsein in Bevölkerung und Politik.	<i>unklar</i>
Prozessgeschwindigkeit und -rhythmus	Der Transformationsprozess wird seit 1990 kontinuierlich vorangetrieben. Dabei wurden auch „Wartephasen“ erfolgreich überbrückt, wie z.B. die Zeit von 2001 bis 2009, in denen auch die internationalen Automobilhersteller keine größere Zahl von Elektromobilen liefern konnten.	<i>unklar</i>
Veränderungsprozesse		
Akteure und ihre Interaktionen in Governancesystemen (Horizontal und vertikal)	Zentrale Akteure waren Regierungsstellen wie das California Air Resources Board. Im Laufe der Entwicklung wurden Akteure aus der etablierten Industrie weniger wichtig. Die US-amerikanischen Autohersteller wie GM und Ford haben den Prozess dabei zeitweise vorangebracht, zu anderen Zeiten dagegen gebremst. Akteure aus der E-Mobilitätsbranche brachten sich dagegen zunehmend ein.	<i>hoch</i>
Nischenaktivitäten	Mit der Gründung von Tesla in 2003 durch Elon Musk entstand eine kalifornische E-Mobilitäts-Nische, die erfolgreich und für die Entwicklung	<i>sehr hoch</i>

	maßgeblich wurde.	
Fensternutzung	<p>Durchsetzung des ersten ZEV-Mandats in einer für umweltpolitische Vorstöße günstigen Situation um 1990.</p> <p>Nutzung der Nicht-Wirtschaftlichkeit der NiMH-Akkus zur Einstellung der Produktion durch die US-amerikanischen Hersteller um das Jahr 2002. Rückzug von Ford aus dem norwegischen PIVCO-Engagement.</p> <p>Markteinstieg der großen Automobilhersteller mit verbesserten E-Modellen mit Lithium-Ionen Akkus in „gewohnter“ Qualität ab 2009</p>	<i>sehr hoch</i>
Institutionalisierung	<p>Der Prozess in Kalifornien beruhte im Kern auf der Institution des ZEV-Mandates.</p> <p>Gründung von CALSTART 1992.</p> <p>Regelmäßige Überarbeitung und Anpassung des ZEV-Mandats bis in die Gegenwart.</p>	<i>hoch</i>
Beteiligungsprozesse / Co-Benefits	siehe Akteure und Interaktion	
Veränderungskultur, Wissensbasis und Lernprozesse	Über die Bereitschaft zur Veränderung (Veränderungskultur) in Kalifornien liegen keine spezifischen Informationen vor. Im Global Innovation Index (Cornell University, INSEAD & WIPO, 2016) liegen die USA auf Rang 4 von 128 Nationen. Kalifornien gilt aber seit langem als experimentierfreudig und Vorreiter in vielen Bereichen.	<i>mittel</i>
Reflexivität/Erfolgskontrolle und Innovation im Transformationsprozess	Der Prozess der regelmäßigen Überarbeitung und Anpassung des ZEV-Mandats war in sich reflexiv. So wurde regelmäßig geprüft, welche Fortschritte erzielt wurden, welche Ursachen dem Nicht-Erreichen der Zielsetzungen zu Grunde lagen und die Aktivitäten dementsprechend angepasst.	<i>unklar</i>
Ressourcenausstattung	<p>Zwar bezahlte das CARB eine Reihe wissenschaftlicher Arbeiten und Dialogprozesse, die hohen Kosten für die Entwicklung der Batterietechnik und der E-Mobile sollten jedoch durch Industrie und Kunden getragen werden.</p> <p>Erst mit dem Rabattprogramm ab 2012 beteiligte sich der Staat Kalifornien an den Setupkosten der neuen Technologie in nennenswertem Umfang.</p>	<i>niedrig</i>

---

### 3.5 Resümée und zentrale Erfolgsfaktoren

---

Zunächst scheint das vom CARB initiierte ZEV-Mandat von zentraler Bedeutung, die sich aber mit Blick auf einen über 20 Jahre eher begrenzten Erfolg relativiert. Als Anstoß könnte das ZEV-Mandat aber zu zwei Entwicklungen geführt haben:

- Die Erprobung der ca. 1.000 EV1 in Kalifornien, die zwar von GM abgebrochen wurde, aber eine große Zahl von „Elektroautobegeisterten“ hinterließ und die Machbarkeit „bewies“.
- Die Idee von Elon Musk zur Gründung von Tesla.

Der heute zu beobachtende Erfolg in Form eines langsam wachsenden Marktes für Elektroautos ist zurückzuführen auf die Verfügbarkeit des Lithium-Ionen Akkus, mit dem erstmals größere Reichweiten erzielbar wurden, in Verbindung mit einer hohen Förderung durch den Staat Kalifornien wie auch durch die nationale Regierung sowie die Möglichkeit, HOV-Lanes nutzen zu können.

## 4 Relevanz für die Transformation zu einer Green Economy in Deutschland

Auf die in der Transformationsfeldanalyse zu PKW-Antrieben in Deutschland (Clausen, 2016) vorgestellten Transformationsansätze wirken sich verschiedene Pfadabhängigkeiten mit unterschiedlicher Intensität aus. Eine starke Pfadabhängigkeit stabilisiert dabei das System mit seinen Akteuren in besonders hohem Ausmaß. Sie stellt damit ein besonders starkes Hemmnis für einen Pfadwechsel dar.

**Tabelle 3: Auswirkungen von Pfadabhängigkeiten auf Transformationsansätze in Deutschland**

Transformationsansatz Leitstrategie Pfadabhängigkeit	Elektro- antrieb Konsistenz	E-Antrieb Ran- ge Extender Kons./Effizienz	Brennstoff- zellenantrieb Konsistenz	Hybrid- PKW Effizienz
Niedrige Brennstoffpreise	stark	mittel	stark	mittel
Technologischer Rückstand der deutschen Hersteller	stark	mittel	stark	mittel
Organisationale Bindung der Hersteller und Zulieferer an Verbrennungsmotoren	stark	mittel	stark	schwach
Wenig wirksame umwelt- rechtliche Vorschriften	stark	stark	stark	schwach

Quelle: Clausen (2016).

In Bezug auf den hier im Fokus stehenden US-Einzelstaat Kalifornien ist zunächst festzustellen, dass die Verkaufszahlen dort mit mehr als 60.000 in 2015 etwa doppelt so hoch liegen wie in Deutschland.<sup>5</sup>

Mit Blick auf die wirksamen Pfadabhängigkeiten bestehen einige Unterschiede im Vergleich zu Deutschland:

- Die Brennstoffpreise für Benzin- und Dieselfahrzeuge sind in Kalifornien noch deutlich niedriger als in Deutschland. Aktuell liegen sie bei ca. 50 Eurocent/l für Benzin und 57 Eurocent/l für Diesel<sup>6</sup>.
- Die Pfadbindung an die Kompetenzen und Arbeitsplätze der Automobilhersteller und ihrer Zulieferer wirkt in Kalifornien anders als in Deutschland. Die Automobilbranche ist mit Herstellern und Zulieferern in Kalifornien nur wenig vertreten. Der einzige in Kalifornien heimische Hersteller ist Tesla Motors. Ähnlich wie im Norwegen der 1990er Jahre dürfte damit die Förderung der Elektromobilität eher mit wirtschaftspolitischen Hoffnungen als mit Ängsten verbunden gewesen sein.

<sup>5</sup> Vgl. <http://www.kba.de/> vom 29.11.2016.

<sup>6</sup> Vgl. <http://www.californiagasprices.com/index.aspx?fuel=A> umgerechnet mit einem Dollarkurs von 1,06\$ pro €.

- Der Druck, der in Kalifornien von umweltrechtlichen Vorschriften zur Luftreinhaltung ausgeht, ist deutlich größer als in Deutschland. Zwar zeigt die regulative Idee, die technologische Entwicklung zu forcieren, erst nach langer Zeit erste Ansätze von Erfolg. Dennoch dürfte die langfristige Anreizwirkung des kalifornischen ZEV-Mandats im Kreis der nationalen wie internationalen Automobilhersteller erhebliche Bedeutung gehabt haben und noch haben.

In Bezug auf die Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf Deutschland sind zwei Konsequenzen abzuleiten:

Die durch das ZEV-Mandat angestrebte Forcierung der technischen Entwicklung hin zu BEV hat nur begrenzt direkt gewirkt. Die Ende der 1990er Jahre gebauten ca. 4.000 E-Mobile verschwanden wieder, ohne einen selbsttragenden Markt angestoßen zu haben. Erst nach deutlichen Preisreduktionen bei Lithium-Ionen Batterien, noch 2010 hat der Preis für BEV Battery Packs bei ca. 1.000\$ pro kWh gelegen, auf heute ca. 200 \$ pro kWh öffnete sich der Weg in den Massenmarkt. Von dieser Entwicklung profitieren Hersteller weltweit.

Klar ist, dass auch in Kalifornien der hohe Absatz von BEV zeitlich mit dem „Rabattprogramm“ korreliert. Die „Rabatte“, bei denen es sich letztlich um staatliche Zuschüsse handelt, können gegenwärtig bis zu 9.000 \$ für autobahnfähige BEV betragen, davon der größte Teil von der Bundesregierung und nur ein Anteil vom Einzelstaat Kalifornien.<sup>7</sup> Ein vergleichbares in Deutschland im Sommer 2016 eingeführtes Bonussystem mit Boni von 3.000 € für PHEV und 4.000 € für BEV scheint dagegen keine wesentlichen Auswirkungen auf die Verkaufszahlen zu haben.

Deutschland hat aber im Gegensatz zu Kalifornien eine umsatzstarke Automobilherstellung, die zu über 99% Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor produziert. Je nach Einschätzung der zukünftigen Entwicklung könnte es schon heute fast zu spät sein, den Rückstand in der technischen Entwicklung bei BEV und PHEV aufzuholen (Clausen, 2016). Mit Blick auf einen Beitrag der Automobilhersteller von ca. 20% zum nationalen Export ist es aber unumgänglich, Deutschland zum Leitmarkt auch der Elektromobilität aufzubauen. Ein umfangreiches Förderprogramm hierzu müsste nicht nur Kaufanreize enthalten, sondern auch erhebliche Beiträge zu einer nachholenden F&E, sowie Erleichterungen für die Nutzung von BEV und PHEV leisten.

<sup>7</sup> Vgl. <https://driveclean.ca.gov/pev/Incentives.php> vom 1.12.2016.

## Literaturverzeichnis

- American Lung Association. (2016). *Clean Air Future. Health and Climate Benefits of Zero Emission Vehicles*. Chicago. Zugriff am 28.11.2016. Verfügbar unter: <http://www.lung.org/local-content/california/documents/2016zeroemissions.pdf>
- California Air Resources Board. (1990). *Final Regulation Order. Low-Emission Vehicles and Clean Fuels. California Exhaust Emission Standards and Test Procedures for 1988 and Subsequent Model Passenger Cars, Light-Duty Trucks, and Medium-Duty Vehicles*. Los Angeles.
- California Air Resources Board. (2004). *Fact Sheet: 2003 Zero Emission Vehicle Program Changes*. Los Angeles. Zugriff am 28.11.2016. Verfügbar unter: <https://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/factsheets/2003zevchanges.pdf>
- California Air Resources Board. (2009). *California's Zero Emission Vehicle Program. California Air Resources Board June 2009*. Los Angeles. Zugriff am 28.11.2016. Verfügbar unter: [https://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/factsheets/zev\\_tutorial.pdf](https://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/factsheets/zev_tutorial.pdf)
- California Air Resources Board. (2013). *California Plug-in Electric Vehicle Driver Survey Results. May 2013*. San Diego. Zugriff am 28.11.2016. Verfügbar unter: [https://energycenter.org/sites/default/files/docs/nav/transportation/cvrp/survey-results/California\\_Plug-in\\_Electric\\_Vehicle\\_Driver\\_Survey\\_Results-May\\_2013.pdf](https://energycenter.org/sites/default/files/docs/nav/transportation/cvrp/survey-results/California_Plug-in_Electric_Vehicle_Driver_Survey_Results-May_2013.pdf)
- California Air Resources Board. (2016a). Infographic: What Drives California's Plug-in Electric Vehicle Owners? | Clean Vehicle Rebate Project. Zugriff am 28.11.2016. Verfügbar unter: <https://cleanvehiclerebate.org/eng/content/infographic-what-drives-california-plug-electric-vehicle-owners>
- California Air Resources Board. (2016b). *The California Low-Emission Vehicle Regulations - 1962.2 Zero-Emission Vehicle Standards for 2018 and Subsequent Model Year Passenger Cars, Light - Duty Trucks, and Medium - Duty Vehicles*. Los Angeles. Zugriff am 29.11.2016. Verfügbar unter: [https://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/zevregs/1962.2\\_Clean.pdf](https://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/zevregs/1962.2_Clean.pdf)
- California Energy Commission. (2016). *Tracking Progress - Zero-Emission Vehicles and Infrastructure*. Los Angeles. Zugriff am 28.11.2016. Verfügbar unter: [http://www.energy.ca.gov/renewables/tracking\\_progress/documents/electric\\_vehicle.pdf](http://www.energy.ca.gov/renewables/tracking_progress/documents/electric_vehicle.pdf)
- California New Car Dealers Association. (2016). *CA Auto Outlook 3Q 2016*. Exton. Zugriff am 28.11.2016. Verfügbar unter: <http://www.cncda.org/CMS/Pubs/CA%20Auto%20Outlook%203Q%202016.pdf>
- Clausen, J. (2016). *PKW-Antriebe - Arbeitspapier im Projekt Evolution2Green. Transformationspfade zur Green Economy: den Pfadwechsel gestalten*. Berlin.
- Collantes, G. (2006). *The California Zero-Emission Vehicle Mandate: A Study of the Policy Process, 1990-2004*. Davis CA. Zugriff am 28.11.2016. Verfügbar unter: [https://itspubs.ucdavis.edu/wp-content/themes/ucdavis/pubs/download\\_pdf.php?id=1038](https://itspubs.ucdavis.edu/wp-content/themes/ucdavis/pubs/download_pdf.php?id=1038)
- Collantes, G. & Sperling, D. (2008). The origin of California's zero emission vehicle mandate. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 42 (10), 1302–1313. doi:10.1016/j.tra.2008.05.007
- Cornell University, INSEAD & WIPO. (2016). *The Global Innovation Index 2016. Winning with Global Innovation*. Ithaca, Fontainebleau, and Geneva. Zugriff am 18.11.2016. Verfügbar unter: <https://www.globalinnovationindex.org>

- Figenbaum, E. & Kolbenstvedt, M. (2013). *Electromobility in Norway -experiences and opportunities with Electric vehicles*. Oslo. Zugriff am 15.11.2016. Verfügbar unter: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=33828>
- Geels, F.W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31 (8–9), 1257–1274. doi:10.1016/S0048-7333(02)00062-8
- Geels, F.W. (2010). Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. *Research Policy*, 39 (4), 495–510. doi:10.1016/j.respol.2010.01.022
- International Council on Clean Transportation. (2015). Zero Emission Vehicle (ZEV) Regulation. Zugriff am 28.11.2016. Verfügbar unter: [http://www.theicct.org/sites/default/files/5c\\_ARB\\_ZEV.pdf](http://www.theicct.org/sites/default/files/5c_ARB_ZEV.pdf)
- Kahlenborn, W., Tappeser, V. & Chichowitz, L. (2016). „Models of Change“ als Analyseansatz (ENTWURF). *Operationalisierung zur Analyse grundlegender Transformationen des Wirtschaftssystems*. Berlin. Zugriff am 17.11.2016. Verfügbar unter: [https://evolution2green.de/sites/evolution2green.de/files/documents/evolution2green\\_inputpapier\\_moc\\_als\\_analyseansatz\\_entwurf.pdf](https://evolution2green.de/sites/evolution2green.de/files/documents/evolution2green_inputpapier_moc_als_analyseansatz_entwurf.pdf)
- Kristof, K. (2010). *Models of Change. Einführung und Verbreitung sozialer Innovationen und gesellschaftlicher Veränderungen in transdisziplinärer Perspektive*. Zürich: VdF Hochschulverlag.
- Los Angeles County Economic Development Corporation. (2006). *Automotive Industries in Southern California*. Los Angeles. Zugriff am 23.11.2016. Verfügbar unter: <http://www.laedc.org/reports/Auto-2006.pdf>
- Needles, T. (14.6.2011). Director Chris Paine on his Film Who Killed The Electric Car – Short and Sweet NYC. Zugriff am 28.11.2016. Verfügbar unter: <http://www.shortandsweetnyc.com/2011/06/director-chris-paine-on-his-film-who-killed-the-electric-car/>
- Paine, C. (2006). *Who killed the Electric Car?* Plinyminior.
- Piper, G. (2016, November 26). Einer von dreihundert. Mercedes zeigt auf der Autoshow in Los Angeles ein der Welt entrücktes Cariolet und das AMG Power-Paket der E-Klasse. *Hannoversche Allgemeine Zeitung*, II/2.
- Shaheen, S.A., Wright, J. & Sperling, D. (2002). *California's Zero Emission Vehicle Mandate. Linking Clean Fuel Cars Carsharing and Station Car Strategies*. Richmond. Zugriff am 28.11.2016. Verfügbar unter: <http://tsrc.berkeley.edu/sites/default/files/California's%20Zero%20Emission%20Vehicle%20Mandate%20Linking%20Clean%20Fuel%20Cars%20Carsharing%20and%20Station%20Car%20Strategies.pdf>
- The Innovation Center for Energy and Transportation. (2014a). *Evaluating California's Zero-Emission Vehicle (ZEV) Credits and Trading Mechanism and its potential suitability for Shenzhen*. Peking. Zugriff am 28.11.2016. Verfügbar unter: <http://www.efchina.org/Attachments/Report/report-ctp-20141101/zev-credits-regulation-and-cap-and-trade-program>
- The Innovation Center for Energy and Transportation. (2014b). *Evaluating California's Zero-Emission Vehicle (ZEV) Credits and Trading Mechanism and its potential suitability for Chi-*

na. Peking. Zugriff am 28.11.2016. Verfügbar unter:

[http://www.efchina.org/Attachments/Report/report-ctp-20140528/zev\\_evaluation\\_ef\\_final](http://www.efchina.org/Attachments/Report/report-ctp-20140528/zev_evaluation_ef_final)

Union of Concerned Scientists & National Resource Defense Council. (2011). *Driving Emissions to Zero*. Cambridge M.A. Zugriff am 28.11.2016. Verfügbar unter:

[http://www.ucsusa.org/sites/default/files/legacy/assets/documents/clean\\_vehicles/driving-emissions-to-zero.pdf](http://www.ucsusa.org/sites/default/files/legacy/assets/documents/clean_vehicles/driving-emissions-to-zero.pdf)

US Department of Energy. (2015). *State of California - Energy Sector Risk Profile*. Washington D.C. Zugriff am 24.11.2016. Verfügbar unter:

<http://www.energy.gov/sites/prod/files/2015/05/f22/CA-Energy%20Sector%20Risk%20Profile.pdf>

US Department of Transportation. (2016). *Transportation Statistics Annual Report 2015*.

Washington D.C. Zugriff am 28.11.2016. Verfügbar unter:

[https://www.rita.dot.gov/bts/sites/rita.dot.gov.bts/files/TSAR\\_2015\\_final\\_0.pdf](https://www.rita.dot.gov/bts/sites/rita.dot.gov.bts/files/TSAR_2015_final_0.pdf)

WBGU. (2011). *Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*. Berlin.

Verfügbar unter: <http://www.wbgu.de/hauptgutachten/hg-2011-transformation/>