

Nachhaltigkeitsmanagement

herausgegeben von  
Prof. Dr.-Ing. Bernd Bungert  
Prof. Dr. Frank Witte

## **Überblick relevanter Einflussfaktoren für den erfolgreichen Betrieb von Vehicle to Grid**

Fabian Reetz  
Frank Christian Hinrichs  
Frank Witte



Nachhaltigkeitsmanagement

herausgegeben von

Prof. Dr.-Ing. Bernd Bungert

Prof. Dr. Frank Witte

**Fabian Reetz**

**Frank Christian Hinrichs**

**Frank Witte**

**Überblick relevanter Einflussfaktoren  
für den erfolgreichen Betrieb von Vehicle to Grid**

Shaker Verlag

Aachen 2013

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Copyright Shaker Verlag 2013

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-1713-7

ISSN 2191-5229

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>IX</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>X</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>XI</b>
<b>1. EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
1.1 PROBLEMSTELLUNG	1
1.2 ZIELSETZUNG	2
1.3 VORGEHEN	2
<b>2. EXKURS SMART GRID</b>	<b>3</b>
<b>3. DAS VEHICLE TO GRID KONZEPT</b>	<b>9</b>
3.1 TECHNISCHE SYSTEMEINFLÜSSE	12
3.1.1 <i>Stromnetz</i>	12
3.1.2 <i>Ladeinfrastruktur</i>	16
3.1.3 <i>Fahrzeug</i>	19
3.2 ÖKONOMISCHE SYSTEMEINFLÜSSE	24
3.2.1 <i>Kosten</i>	24
3.2.2 <i>Akteure</i>	26
3.2.3 <i>Geschäftsmodelle</i>	29
3.3 SOZIOLOGISCHE SYSTEMEINFLÜSSE	33
3.3.1 <i>Nutzungsprofil der Fahrzeuge</i>	33
3.3.2 <i>Anreizmodelle zur Datenauskunft</i>	34

## VIII

<b>4.</b>	<b>SZENARIEN FÜR EINEN WIRTSCHAFTLICHEN BETRIEB VON V2G</b>	<b>37</b>
4.1	KRITERIENAUSWAHL	37
4.1.1	<i>Szenario A: Einspeisevergütung</i>	39
4.1.2	<i>Szenario B: Bereitstellung von Sekundärregelleistung</i>	41
4.1.3	<i>Szenario C: Tankkostenreduktion</i>	44
4.2	VERGLEICH DER SZENARIEN	46
<b>5.</b>	<b>FAZIT</b>	<b>49</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>51</b>

**ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Abb. 1:	Grafisches Beispiel eines Smart Grids	3
Abb. 2:	Grafisches Beispiel eines virtuellen Kraftwerks	5
Abb. 3:	Ungesteuertes Laden	9
Abb. 4:	Gesteuertes Laden (1)	10
Abb. 5:	Gesteuertes Laden (2)	10
Abb. 6:	Bidirektionales Laden	11
Abb. 7:	Standardlastprofil H0 für Haushalte im Winter	13
Abb. 8:	Einteilung von Stromlasten	13
Abb. 9:	Aktivierungszeit von PRL, SRL und MRL im Vergleich	15
Abb. 10:	Beispiel eines Typ II Steckers nach IEC 62196-2	16
Abb. 11:	Funktionsweise der induktiven Ladung	18
Abb. 12:	Schematische Darstellung der Leistungselektronik eines Elektroautos	20
Abb. 13:	V2G-Potential bei unterschiedlichen Batteriekapazitäten	22
Abb. 14:	Schema der Aggregatorfunktion	27
Abb. 15:	Überblick der Produkte am Regelenergiemarkt	31
Abb. 16:	Autofahrten berufstätiger Deutscher an einem Montag	33
Abb. 17:	Bewertung der Kriterien für Szenario A	41
Abb. 18:	Bewertung der Kriterien für Szenario B	43
Abb. 19:	Mögliche Rabattierung in Abhängigkeit der angeschlossenen Zeit	44
Abb. 20:	Bewertung der Kriterien für Szenario C	46
Abb. 21:	Kriterienbewertung der Szenarien im Vergleich	47

**TABELLENVERZEICHNIS**

Tab. 1: Kostenvergleich VW Golf VI und Mitsubishi i-Miev	24
Tab. 2: Vergleich Bezugs- und Verkaufspreis für V2G-Strom	30
Tab. 3: Gewichtung der Kriterien in den Szenarien zum wirtsch. Betrieb	39
Tab. 4: Vergleich Bezugs- und Verkaufspreis für V2G-Strom mit EEG-Förderung	39
Tab. 5: Nutzwertvergleich der Szenarien A bis C	47



## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

<b>AC</b>	Alternating current (Wechselstrom)
<b>CAN</b>	Controller Area Network (im Fahrzeugbau verwendetes Bussystem)
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlenstoffdioxid
<b>DC</b>	Direct current (Gleichstrom)
<b>DoD</b>	Depth of Discharge (maximale Entladetiefe)
<b>DSM</b>	Demand Side Management (Nachfragesteuerung)
<b>EE</b>	erneuerbare Energien
<b>EEG</b>	Erneuerbare-Energien-Gesetz
<b>EEX</b>	European Energy Exchange (Strombörse mit Sitz in Leipzig)
<b>EVU</b>	Energieversorgungsunternehmen
<b>GW</b>	Gigawatt (10 <sup>9</sup> Watt)
<b>Hz</b>	Hertz (Einheit der Frequenz)
<b>IKT</b>	Informations- und Kommunikationstechnologie
<b>kW</b>	Kilowatt (10 <sup>3</sup> Watt)
<b>kWh</b>	Kilo Watt Stunde (Einheit für Energiemenge bzw. Kapazität)
<b>KWK</b>	Kraft-Wärme-Kopplung
<b>MRL</b>	Minutenreserveleistung
<b>MW</b>	Megawatt (10 <sup>6</sup> Watt)
<b>PLC</b>	Poweline Communication (Datenübertragung über Stromkabel)
<b>PRL</b>	Primärregelleistung
<b>PV</b>	Photovoltaik
<b>PWM</b>	Pulsweiten Modulation (eine einfache Form der Datenübertragung)
<b>SoC</b>	State of Charge (Ladestand des Akkumulators)
<b>SRL</b>	Sekundärregelleistung
<b>ÜNB</b>	Übertragungsnetzbetreiber
<b>V2G</b>	Vehicle to Grid (Fahrzeug ans Netz)
<b>VK</b>	Virtuelles Kraftwerk
<b>WEA</b>	Windenergieanlage