

# Die Politik der erneuerbaren Energien in Deutschland und Korea

Beispiel: Elektromobilität

HAN Seungyong  
Hoseo University  
Bergische Universität Wuppertal

## 1. Einleitung und geplante Ziele zur Verminderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen

Der Klimawandel hat weltweit bereits begonnen und verläuft dynamischer als noch vor wenigen Jahren erwartet. Im Wesentlichen als Folge des Ausstoßes von Treibhausgasen ist die Temperatur im vergangenen Jahrhundert um durchschnittlich 0,7°C gestiegen. Bei ungebremstem Ausstoß der Treibhausgase wie CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> und Mikrostaub ist mit einer weiteren Erwärmung um 1,4 bis 5,8°C bis zum Jahr 2100 zu rechnen – verbunden mit ernststen Folgen für Menschen und die übrige Natur, z. B. mit einem Anstieg des Meeresspiegels. Es ist dringend erforderlich, den Ausstoß an Treibhausgasen zu senken.

Sollen im Rahmen einer globalen Klimaschutzstrategie die wirtschaftlich hoch entwickelten Länder einen sozial gerechten Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung übernehmen, so müssen die Industriestaaten ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2050 überproportional um 80 % gegenüber dem Niveau von 1990 verringern.

Nach dem Klimagipfel im Dezember 2009 in Kopenhagen, Dänemark, haben sich die Stimmen für Umweltpolitik, z. B. Treibgasverminderung, in fast allen teilnehmenden Ländern vermehrt. Die Rahmenbedingungen für erneuerbare Energien sind in vielen Ländern bereits gut: International werden durch Regierungen derzeit die CO<sub>2</sub>-Gesetzgebung oder ähnliche Gesetze verschärft, gleichzeitig werden finanzstarke Programme zur Förderung in verschiedenen Bereichen initiiert.

Außerdem haben Länder wie Deutschland, Japan u. a., die seit Jahrzehnten in Energie- oder Umweltschutzmärkten führend sind, als Maßnahmen gegen explodierende Ölpreise – ca. 150 US\$ per Barrel im letzten Jahr – in Umweltschutz und die Förderung der entsprechenden Märkte investiert. (IEA 09)

In meinem Beitrag werde ich die derzeitige Situation von erneuerbaren Energien in einem Vergleich von Deutschland und Südkorea mit Daten und Graphiken sowie Investitionen der Regierung für Forschung und Entwicklung für die Zukunft vorstellen.

Zum einfacheren Verständnis soll hierbei der Bereich „Verkehr – Elektromobilität“ als Beispiel dienen.

## 2. Gegenwärtige Situation von CO<sub>2</sub>-Emissionen nach dem Klimaschutz-Index

Der Klimaschutz-Index (KSI) ist ein innovatives Instrument, das mehr Transparenz in die internationale Klimapolitik bringt. Anhand von einheitlichen Kriterien vergleicht und bewertet er die Klimaschutzleistungen von 57 Staaten, die zusammen für mehr als 90 % des globalen energiebedingten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes verantwortlich sind. Ca. 80 % der gesamten Bewertungspunkte basieren auf den objektiven Kriterien Emissionstrend und Emissionsniveau, die restlichen Punkte, unter 20 %, auf Einschätzungen von Experten der nationalen und internationalen Klimapolitik der entsprechenden Staaten. Ziel des Indexes ist es, den politischen und zivilgesellschaftlichen Druck auf die Regierungen derjenigen Länder zu vergrößern, die sich in Fragen des Klimaschutzes bisher weniger engagiert oder dieses zentrale Thema sogar weitgehend außer Acht gelassen haben.

Tabelle 1 bzw. Tabelle 2 zeigen die Länder mit ihrem Emissionsniveau, die den größten Nachholbedarf haben und ihre Emissionen drastisch reduzieren müssen.

Tabelle 1: Die zehn größten CO<sub>2</sub>-Emissionen Länder (GER 09)

Land	Anteil an den weltweiten CO <sub>2</sub> -Emissionen(%)	Index-Rang	
		2010	2009
Großbritannien	1,81	6	9
Deutschland	2,76	7	5
Indien	4,57	9	7
Japan	4,27	35	43
Iran	1,61	38	39
Südkorea	1,69	41	41
Russland	5,48	45	54
China	20,96	52	49
USA	19,92	53	58
Kanada	1,98	59	59

Tabelle 2: Die Kerndaten der zehn größten CO<sub>2</sub>-Emittenten (GER 09b)

Länder	Anteil an den weltweiten CO <sub>2</sub> -Emissionen (%)	Anteil am weltweiten Primärenergieverbrauch (%)	Anteil am weltweiten BIP (%)	Anteil an der Weltbevölkerung (%)
Großbritannien	1,81	1,76	2,98	0,92
Deutschland	2,76	2,75	3,77	1,24
Indien	4,57	4,95	6,55	17,00
Japan	4,27	4,27	5,89	1,93
Iran	1,61	1,54	0,90	1,07
Südkorea	1,69	1,85	1,73	0,73
Russland	5,48	5,59	2,61	2,14
China	20,96	16,37	16,53	20,08
USA	19,92	19,45	18,67	4,57
Kanada	1,98	2,24	1,70	0,50
Summe	65,05	60,77	61,35	50,19

Besonders negativ stechen die USA und Kanada hervor. Diese Länder tragen eine besonders hohe Verantwortung und haben ein großes Potenzial, ihre Emissionen zu vermindern. Länder, bei denen mehr als 10 % der absoluten Emissionen aus Landnutzung und Landnutzungsänderungen stammen, sind in der Tabelle schraffiert.

Die USA und Kanada haben nur ca. 5 % der gesamten Weltbevölkerung, aber sie verbrauchen nicht nur mehr als 20 % an der weltweiten Primärenergie, sondern produzieren auch mehr als 22 % des gesamten CO<sub>2</sub>-Ausstosses.

Abbildung 1 zeigt die Tendenz von CO<sub>2</sub>-Emissionen im Zeitraum von 1990 bis 2007 durch alle Verkehrsmittel in Deutschland. In der Einleitung wurde auf das CO<sub>2</sub>-Emissionsziel hingewiesen, dass Industriestaaten wie Deutschland ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2050 überproportional um 80 % gegenüber dem Niveau von 1990 verringern müssen.

Doch bis 2007 haben die politischen Strategien der Bundesregierung nicht in einem Maße zu einer Reduktion geführt, dass man annehmen kann, dass dieses Ziel bis 2050 erreicht werden könnte. Über ein Fünftel der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland entstehen durch den Verkehr. Ähnlich ist auch die Situation Südkorea.



Abbildung 1: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Verkehr in Deutschland von 1990 bis 2007 (UBA 06)

Aus diesem Grund und als Folge des Klimagipfels in Kopenhagen bzw. der Weltwirtschaftskrise 2008 wurde in den Industriestaaten in politische und strategische Rahmenbedingungen für umweltfreundliche Maßnahmen investiert, um das Ziel zu erreichen.

Da in Deutschland ca. 20 % und in Südkorea über 25 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Verkehr entstehen, spielt die Elektromobilität (Hybrid-, Plug-in-hybrid und Brennstoffzellenauto) eine sehr wichtige Rolle zur Verminderung von Emissionen der Treibhausgase sowie von CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> und NO<sub>x</sub>.

### 3. Elektromobilität für die Minderung von Emissionen

Tabelle 3 zeigt die Situation für Primärenergien nach Energieträgern in Deutschland und Südkorea in den letzten drei Jahren. Die Ziele sind, dass in Deutschland mindestens 20 % und in Südkorea mindestens 10 % der gesamten Energien durch erneuerbare Energieträger wie Wasser, Wind, Geothermie oder Photovoltaik erzeugt werden. Damit könnten die Ziele der Drosselung der CO<sub>2</sub>-Emissionen erreicht werden.

Um diese politischen und strategischen Ziele zu erreichen, müssen die Regierungen im Verkehrsbereich, besonders was den Straßenverkehr betrifft, noch stark in Forschung und Entwicklung investieren und technische und soziale Infrastrukturen ausbauen. Elektromobilität hat für die Umwelt und zur Vermeidung der CO<sub>2</sub>-Emissionen sehr viele Vorteile. Bei erfolgreicher technischer und strategischer Entwicklung können die Länder nicht nur Marktführer in Elektromobilität, sondern auch hinsichtlich des CO<sub>2</sub>-Exports führend im Emission Trading System (EMS) werden.

Tabelle 3: Primärenergieverbrauch nach Energieträgern in Deutschland und Südkorea (KEM 08; UBA 06)

Energieträger	2007		2008		2009	
	De	Kor	De	Kor	De	Kor
Mineralöl	32,7	4,0	36,0	2,4	34,7	2,9
Stein- u. Braunkohle	25,7	38,6	24,6	41,1	22,3	38,6
Erd- u. Erdölgas	22,1	19,5	18,0	18,0	21,8	20,5
Kernenergie	10,9	35,5	11,9	35,7	11,1	35,5
Erneuerbare Energien (einschl. Wasserkraft)	<b>8,6</b>	<b>2,4</b>	<b>8,5</b>	<b>2,8</b>	<b>10,1</b>	<b>2,5</b>

### 3.1. Was ist Elektromobilität?

Die Elektrifizierung der Antriebe ist die wesentliche Stellschraube für einen zukunftsfähigen Verkehr. Die Batterie- und die Brennstoffzellentechnologien sind dabei aus Sicht der deutschen und südkoreanischen Regierungen sich ergänzende, komplementäre Pfade, die es weiterzuentwickeln gilt. Neben den bereits erfolgreich gestarteten Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland und Hydrogen Energy R&D Center in Südkorea wird mit dem Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität und Infrastrukturen nunmehr die Entwicklung von Batterietechnologie und Technologien für rein elektrische Antriebe verstärkt verfolgt.

Im Kontext des nationalen Entwicklungsplans wird der Begriff Elektromobilität auf den Straßenverkehr begrenzt. Hierbei handelt es sich insbesondere um PKW und leichte Nutzfahrzeuge, aber auch Zweiräder (Elektroroller, Elektrofahrräder) und Leichtfahrzeuge werden einbezogen. Die Strategie für die Elektromobilität kann auch Stadtbusse und andere Fahrzeuge umfassen. Kurz- und mittelfristig bieten auch Hybridkonzepte CO<sub>2</sub>- und Energieeinsparpotenziale, die nicht zu vernachlässigen sind.

Das Abgrenzungskriterium bei den verschiedenen Antriebskonzepten ist der von den Fahrzeugen jeweils überwiegend genutzte Energieträger (Benzin- und Dieselkraftstoff, Gas, Wasserstoff, elektrischer Strom). Vor dem Hintergrund des Integrierten Energie-

und Klimaprogramms (IEKP) betrachtet der Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität rein batteriegetriebene Elektrofahrzeuge (EV) und Plug-in-Hybridfahrzeuge (PHEV). Beide Fahrzeugtypen können rein elektrisch angetrieben und am Stromnetz aufgeladen werden. Die Nutzung erneuerbarer Energien birgt hierbei das Potenzial für eine deutliche Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen dieser Fahrzeuge.

Plug-in-Hybridantriebe haben ein größeres Kraftstoff-Einsparpotenzial als die derzeitigen Hybridfahrzeuge. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass ein Elektromotor den konventionellen Verbrennungsmotor ergänzt und kurzzeitig einen elektrischen Betrieb ermöglicht. Aufbauend auf diesen energiesparenden und bereits auf dem Markt verfügbaren Fahrzeugen geht es im Rahmen des vorliegenden Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität darum, die Marktvorbereitung von Plug-in-Hybridantrieben sowie von Elektrofahrzeugen zu beschleunigen. (BUN 09)

### 3.2. SWOT Analyse der Elektromobilität in Deutschland und Südkorea

Stärken	Schwächen
<p>Deutschland/Südkorea</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spitzenposition im Automobilbau</li> <li>• Herausragende Position im IT-Bereich</li> <li>• Dynamische Entwicklung der erneuerbaren Energien</li> </ul> <p>Deutschland</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Infrastruktur und hoher technischer Standard der Energieversorgungsnetze</li> <li>• Allgemeine Infrastruktur für Prüfung u. Zulassung technischer Produkte</li> </ul> <p>Südkorea</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spitzenposition in der Batterie-Industrie</li> <li>• Gute Zusammenarbeit mit versch. Auto- und Batteriehersteller(z. B. Hyundai mit LG oder SBLimotive mit BMW)</li> </ul>	<p>Deutschland/Südkorea</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weltweit hohe Batteriekosten (ca. 1.000 – 1.200 Euro/kWh)</li> <li>• Fehlende Infrastruktur wie Aufladung, Sicherheitsaspekten oder Prüf- und Messverfahren</li> </ul> <p>Deutschland</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktion von Zellen und Batteriesystemen kaum etabliert</li> <li>• Batterieforschung und Ausbildung von wissenschaftlichem Nachwuchs ausbaufähig</li> </ul> <p>Südkorea</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Internationale Standards und Normen noch offen</li> <li>• Fehlende Serienerfahrung mit Hybridantrieben</li> </ul>

Chancen	Risiken
<p>Deutschland/Südkorea</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierung der Abhängig vom Öl, langfristige Sicherung der Mobilität</li> <li>• Schaffung neuer Arbeitsplätze</li> <li>• Werden Leitmarkt für Elektromobilität</li> <li>• Beitrag zu Klimaschutz und Minderung lokaler Emissionen</li> <li>• Verbesserung der Netzeinbindung fluktuierender erneuerbarer Energien u. der Effizienz der Stromerzeugung insgesamt durch mobile Speicher</li> <li>• Branchenübergreifende Kooperation</li> <li>• Zusätzlicher Schub für die erneuerbaren Energien und Stärkung der Versorgungssicherheit und Stabilität</li> </ul>	<p>Deutschland/Südkorea</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoher Investitionsbedarf</li> <li>• Kostendegressionspfad für Batteriesysteme ist nicht gesichert</li> <li>• Schnellere Entwicklung bei Wettbewerb</li> <li>• Unrealistische Erwartungshaltungen in der Öffentlichkeit können zu Enttäuschungen führen</li> <li>• Rohstoffabhängigkeit und -verfügbarkeit könnte Wachstum bremsen</li> </ul> <p>Deutschland</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unzureichender Zugang zu Schlüsseltechnologien im Bereich der Zell- und Batteriesysteme</li> </ul>

#### 4. Potenziale der Elektromobilität

**Klimaschutz:** Elektromobilität kann einen wesentlichen Beitrag zur Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrsbereich leisten.

Der PKW-Verkehr verursacht ca. 14 % der Emissionen des für den Treibhauseffekt verantwortlichen Gases CO<sub>2</sub> in Deutschland. In der Energiebilanz (Well to Wheel) sind elektrische Antriebe im Vergleich zum Verbrennungsmotor bereits beim heutigen Kraftwerksmix effizienter und können damit zu einer Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes beitragen. Erhebliche Klimavorteile werden aber erst dann erreicht, wenn der Strom aus anderen Quellen als den fossilen Energieträgern stammt. (BMU 08)

**Sicherung der Energieversorgung:** Fahren mit elektrischem Strom kann die Abhängigkeit vom Öl vermindern.

Die Elektromobilität ermöglicht eine breitere Diversifizierung der für die Mobilität eingesetzten Primärenergieträger. Neben der damit erreichbaren Reduzierung der Abhängigkeit vom Erdöl eröffnet sich damit vor allem auch der Zugang zum gesamten Spektrum der erneuerbaren Energien.



**Ausbau des Technologie- und Industriestandortes:** Südkorea und Deutschland können zum Leitmarkt für Elektromobilität werden und der Wirtschaft einen neuen Innovationsschub und neue Wachstumschancen bringen.

Die Automobilindustrie ist eine der wichtigsten Exportbranchen der deutschen Wirtschaft. Die Fahrzeuge deutscher Hersteller werden weltweit als innovativ, sicher und zuverlässig geschätzt. Strategische Kooperation bei der Elektrifizierung des Antriebsstrangs mit den traditionell erfolgreichen deutschen Automobilzulieferern könnte einen erheblichen Innovationsschub für die deutsche Automobilindustrie bewirken, der die gesamte Volkswirtschaft stärkt.

**Verringerung lokaler Emissionen (Umweltschutz):** Elektrofahrzeuge können die Städte von Schadstoffen, Feinstaub bzw. Treibhausgas und Lärm befreien und die Lebensqualität steigern.

Das Mikroklima der Innenstädte und Ballungsräume ist heute durch verkehrsbedingte Emissionen von Abgasen, Feinstaub und Lärm stark beeinträchtigt. Sowohl der Bedarf nach Maßnahmen zur Minderung von Lärm- und Feinstaubemissionen in den Ballungsräumen wie auch der zunehmende Wettbewerb von Gemeinden und Regionen als nachhaltige Lebens- und Arbeitsräume beschleunigen die Bereitschaft zu einer emissionsfreien Mobilität im städtischen Raum. Elektrofahrzeuge stoßen lokal keine Schadstoffe aus und sind zudem äußerst leise. Eine Elektrifizierung des gewerblichen Flotten- und Verteilerverkehrs (z. B. Müllabfuhr, Stadtreinigung) bietet zusätzliches Potenzial, lokale Emissionen zu reduzieren.

**Fahrzeuge in das Stromnetz integrieren:** Batteriefahrzeuge tragen zur Verbesserung der Effizienz der Netze bei und fördern den Ausbau der erneuerbaren Energien.

Die intelligente Nutzung der Batterien von Elektrofahrzeugen als Stromspeicher bietet die Möglichkeit, die Gesamteffizienz der Stromversorgung zu erhöhen. Dies geschieht über eine verbesserte Abnahme von Erzeugungsspitzen, Annäherung von Erzeugungs- und Lastkurven sowie perspektivisch auch durch Bereitstellung von Regenergie. Die Möglichkeit der Speicherung in einer Vielzahl von Fahrzeugbatterien vermindert ungünstige Fluktuationseffekte und wirkt sich so fördernd auf den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien im Gesamtsystem aus. Durch eine künftige Netzintegration von Elektrofahrzeugen als Anbieter von Regenergie kann auch eine

Erhöhung der Effizienz konventioneller Kraftwerke erreicht werden, da diese weniger als bisher für Regelernergieleistung an- und abgefahren werden müssen. Dies trägt zur Reduktion des Verbrauchs fossiler Energieträger bei. Die damit verbundene Reduzierung der Batterielebensdauer ist dem gegenüberzustellen.

**Neue Mobilität:** Elektrofahrzeuge können Baustein für intelligente und multimodale Mobilitätskonzepte der Zukunft sein.

Die Formen heutiger Mobilität werden sich verändern. Sie werden vielfältiger, individueller und besser an moderne Stadtbilder und fortschrittliche Mobilitätskonzepte angepasst sein. Elektrofahrzeuge werden dazu beitragen, die Lebensqualität vor allem in Ballungsräumen deutlich zu erhöhen. Nicht zuletzt werden die emotionalen Faktoren des Autofahrens zur Akzeptanz der Elektromobilität beitragen.

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Die Nutzung der Potenziale der Elektromobilität ist mit zahlreichen Herausforderungen verbunden, die ein branchenübergreifendes Handeln, die Einbeziehung neuer Akteure und neue Formen der Zusammenarbeit erfordern. Schwerpunkte sind vielfältige Themen in Forschung und Entwicklung, bei der Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen und bei der Marktvorbereitung und -einführung. Das gilt nicht nur in Deutschland bzw. Südkorea, sondern in allen Ländern, da zum Klimaschutz durch Verminderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen für alle Länder, ob Schwellen- oder Industrieländer ganz wichtig sind.

Dafür müssen folgende Themen weiter geforscht und vertieft.

- Die Senkung der Batteriekosten: Heutige Kosten von 1.000 bis 1.200 Euro/kWh müssen bis 2050 mindestens um 450 bis 530 Euro/kWh gesenkt werden. (BMU 09)
- Erhöhung der Leistungsdichte: Die Leistungsfähigkeit beträgt momentan nur 18 bis 25 kWh. Dies entspricht max. 120 bis 150 km Laufweite bei voller Aufladung durch Strom auf normaler

Straße. Bis 2050 wird die Leistung mindestens 350 bis 500 km Laufradius pro Aufladung betragen.

- Erhöhung der Lebensdauer und Zyklenfestigkeit: Aufgrund der hohen Batteriekosten besteht die Forderung, dass die Batterie-lebensdauer der des Fahrzeugs entsprechen muss. Eine geforderte Lebensdauer von 10 bis 15 Jahren bedeutet aber auch die Fähig-keit, 3.000 bis 5.000 Ladezyklen ohne wesentliche Parameter-einbußen zu verkraften.
- Internationaler Vergleich mit anderen Staaten:
  - China fördert mit einem ca. 1 Mrd. Euro Fonds technologische Innovationen im Bereich effizientere Antriebstechnologien. Weiterhin unterstützt das chinesische Ministerium für Wissen-schaft und Technologie den Ausbau von über 10 Pilotregionen mit insgesamt mehr als 10.000 Fahrzeugen und ca. 2 Mrd. Euro für die Dauer von 2009 bis 2011.
  - Die US Regierung plant, 150 Mrd. Dollar in Energietechnologie über die nächsten 10 Jahre hinweg zu investieren und weitere 2 Mrd. Dollar, um fortschrittliche Batterie-Technologie und Komponenten für Elektrofahrzeuge zu entwickeln. Zudem sollen Demonstrationsvorhaben im Bereich der Infrastrukturen für Elektromobilität mit insgesamt 400 Mio. Dollar gefördert werden. Weitere 25 Mrd. Dollar sollen Automobilherstellern und Zulieferern als Kredit zur Verfügung gestellt werden, um die Produktionswerke für Kraftstoff sparende Fahrzeuge auszurüsten bzw. aufzubauen (ATVM = Advanced Technology Vehicles Manufacturing Loan Program). Weiterhin sollen bei PKW und einigen anderen Fahrzeugtypen Fuel Economy Regulations für die Modelljahre 2012 bis 2016 mit einer 2016 zu erreichenden durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emission von ca. 155 g/km für in den USA verkaufte Fahrzeuge eingeführt werden.
  - Japan unterstützt mit 200 Millionen US Dollar über fünf Jahre die Entwicklung verbesserter Traktionsbatterien mit dem Ziel der Halbierung der Zellkosten bis 2010.

## 6. Literatur

- IEA 09 International Energy Agency, World Energy Outlook 2009, 2009.
- UBA 06 Umweltbundesamt: Umweltbundesamt Tremod 4.17, 2006
- GER 09 Germanwatch: Der Klimaschutz-Index Ergebnisse 2010, S. 7
- GER 09b Germanwatch: Der Klimaschutz-Index Ergebnisse 2010, S. 13
- KEM 08 Korea Energy Management Corporation: Statistic of New & Regenerative Energy 2008, S. 9
- BUN 09 Die Bundesregierung: Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung, 2009.
- BMU 08 BMU, Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung, 2008.
- BMU 09 BMU, Programm zur Marktaktivierung für Elektrofahrzeuge – 100.000 Stück bis Ende 2014, 2009