

Zur Überwindung von Innovationsbarrieren in der Elektromobilität

Dipl.-Ing. Elisabeth Plankenauer (*)

Institut für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung / Technische Universität Graz,
Kopernikusgasse 24/II, Tel.: +43 316 873 7296, elisabeth.plankenauer@tugraz.at,
www.ibl.tugraz.at

Kurzfassung:

Die Elektromobilität erfährt momentan einen großen Hype. Diskussionen rund um Themen wie Klimawandel, CO₂-Emissionen, Ressourcenknappheit und nicht zuletzt den steigenden Anforderungen an die individuelle Mobilität sind Treiber für den Trend hin zu alternativen Antrieben. Die Elektromobilität könnte dabei eine Lösung im zukünftigen Mobilitätsszenario darstellen, allerdings konnte sie sich am Markt auf breiter Basis noch nicht durchsetzen. Technische Konzepte für Elektrofahrzeuge stehen bereits zur Verfügung, jedoch stellt deren Verbreitung nach wie vor eine große Herausforderung dar. Die Marktdurchdringung betrifft unterschiedliche Branchen und wird von einer Vielzahl an Faktoren positiv wie negativ beeinflusst, die zunächst systematisch analysiert und bewertet werden müssen. Die Bewältigung dieser Herausforderungen inkludiert neben den OEMs und Zulieferern auch die Energieversorgungsunternehmungen, Ölkonzerne, Dienstleistungsunternehmungen, die Entsorgungsindustrie und viele mehr. Jedoch stoßen die einzelnen Stakeholder dabei auf Barrieren außerhalb ihres Einfluss- und Kompetenzbereichs. Nur wenn es gelingt, dass die unterschiedlichen Stakeholder im Zielkonflikt der Nutzenerwartungen entsprechende Kooperationen eingehen, kann die Innovation „E-Mobility“ erfolgreich am Markt durchgesetzt werden.

In diesem Beitrag werden zunächst die beeinflussenden Faktoren auf Basis eines theoretischen Modells analysiert. Darauf aufbauend soll ein systemorientierter Ansatz zur Überwindung der Barrieren unter Einbeziehung der Stakeholder diskutiert werden.

Keywords: Elektromobilität, Markteinführung, Überwindung, Barrieren, Stakeholder

1 Allgemeine Problemstellung zur Marktdurchdringung der Elektromobilität

Elektromobilität ist keine Erfindung des 21. Jahrhunderts, denn Elektrofahrzeuge existieren bereits seit über 100 Jahren. [vgl. AUSTRIAN MOBILE POWER, 2011] Dabei soll in diesem Beitrag der Begriff Elektromobilität auf die individuelle Mobilität, im Speziellen auf PKWs für zwei bis neun Personen, bezogen werden. Ein weiterer Aspekt betrifft den Grad der Elektrifizierung des Antriebsstranges. In Anlehnung an den von McKinsey & Company und der Wirtschaftswoche eingeführten Electric Vehicle Index ‚EVI‘ [vgl. WIRTSCHAFTSWOCHE, 2011] soll die Eingrenzung auf Battery Electric Vehicles, kurz ‚BEV‘, sowie auf Plug-In Hybrid Electric Vehicles, kurz ‚PHEV‘, auch für diesen Beitrag gelten.

Momentan erfährt die Elektromobilität erneut einen großen Aufschwung und wird auch medial sehr stark in den Fokus gerückt. Die *Invention* eines Elektrofahrzeugs hat dabei schon stattgefunden, der Terminus *Innovation* inkludiert allerdings auch die ökonomische Verwertung, [vgl. SCHUMPETER, J. A., 1942] was die momentanen Anstrengungen im Bereich Elektromobilität beschreibt.

Dabei stellen sich den beteiligten Interessensgruppen wie den OEMs, den Zulieferern, den Energieversorgungsunternehmen und Ölkonzernen, sowie auch den Dienstleistungsunternehmen und der Entsorgungsindustrie eine Vielzahl neuer Problemstellungen. Um dieser Herausforderung zu begegnen ist die zentrale Fragestellung zunächst, welche Faktoren für eine Marktdurchdringung der Elektromobilität von Relevanz sind, bzw. wie diese zweckmäßig untersucht und kategorisiert werden können. Des Weiteren sollen die verschiedenen Interessensgruppen bzw. Stakeholder hinsichtlich ihres jeweiligen Beitrags sowie deren Nutzenerwartungen an die Elektromobilität analysiert werden. In diesem Netzwerk ergibt sich eine Vielzahl an Schnittstellen, die einen erheblichen Koordinations- und Kooperationsbedarf hervorrufen um zielorientiert zusammenarbeiten und letztlich die Elektromobilität erfolgreich vorantreiben zu können.

2 Identifikation der Barrieren bei der Marktdurchdringung der Elektromobilität

Um die Vielzahl an Faktoren, welche die Marktdurchdringung der Elektromobilität einerseits fördern und andererseits hemmen, systematisch zu untersuchen, sollen zunächst anhand des Modells zur Diffusionstheorie jene relevanten Kriterien einer Innovation allgemein aufgezeigt werden, die nach ROGERS maßgeblichen Einfluss auf die Adoptionsrate ausüben. Auf dieser Basis kann nun die Relevanz der einzelnen Kriterien hinsichtlich des Kaufs und der Nutzung eines Elektrofahrzeugs abgeleitet werden. Nach einer näheren Beschreibung der hemmenden bzw. fördernden Faktoren sollen diese abschließend noch in einer zweckmäßigen Art und Weise klassifiziert und in einer Übersicht dargestellt werden.

2.1 Modell zur Diffusionstheorie nach ROGERS

Ein möglicher Ansatz zur systematischen Untersuchung der Kriterien, welche für die Marktdurchdringung der Elektromobilität maßgeblich sind, wird von der Diffusionstheorie geboten. ROGERS untersuchte jene von einzelnen Personen wahrgenommenen Attribute einer Innovation, welche die Adoptionsrate, d.h. die Geschwindigkeit der Übernahme einer Innovation durch die Mitglieder eines sozialen Systems, bestimmen.

Die wesentlichen fünf wahrgenommenen Attribute einer Innovation werden folgendermaßen beschrieben: [ROGERS, E. M., 2003]

- **Relative advantage** is the degree to which an innovation is perceived as being better than the idea it supersedes.
- **Compatibility** is the degree to which an innovation is perceived as consistent with existing values, past experiences, and needs of potential adopters.
- **Complexity** is the degree to which an innovation is perceived as relatively difficult to understand and use.
- **Trialability** is the degree to which an innovation may be experimented with on a limited basis.
- **Observability** is the degree to which the results of an innovation are visible to others.

Mit Ausnahme der Komplexität stehen alle Attribute in einer positiven Relation zur Adoptionsrate. Je höher also der relative Vorteil oder Nutzen einer Innovation gegenüber bisherigen Ideen oder Techniken, je größer die Kompatibilität mit bestehenden Werten, Erfahrungen und Bedürfnissen, je geringer die Komplexität bzw. Schwierigkeit der Handhabung und des Verstehens, je größer die Erprob- bzw. Ausprobierbarkeit und je größer die Beobachtbarkeit der Ergebnisse einer Innovation ist, desto schneller wird sie sich demnach am Markt verbreiten.

ROGERS weist vor allem auch darauf hin, dass es nicht die objektiven Attribute einer Innovation sind, sondern vielmehr die von den einzelnen Personen wahrgenommenen Eigenschaften, welche die Adoptionsrate beeinflussen.

2.2 Relevante Faktoren für die Marktdurchdringung der Elektromobilität

Anhand der oben genannten Kriterien können nachfolgend die relevanten Faktoren für die Marktdurchdringung der Elektromobilität abgeleitet und untersucht werden. Abschließend sollen diese mittels einer zweckmäßigen Klassifizierung dargestellt werden.

2.2.1 Ableitung und Untersuchung von relevanten Faktoren für die Marktdurchdringung der Elektromobilität

Die Identifikation der Barrieren basiert auf einer Forschungsarbeit, die sich auf die Theorie der *Diffusion of Innovation* nach ROGERS stützt. In dieser Studie wurden die verschiedenen Kriterien, wie in Kapitel 2.1 beschrieben, hingehend ihres Einflusses auf Kunden, ein Elektrofahrzeug zu kaufen und auch zu nutzen, untersucht. Dabei wurden die vorher genannten fünf Kriterien um die ‚*Social Norms*‘, i.e. soziale Normen oder sozialer Druck, ergänzt, welche insbesondere für spätere Adoptionsgruppen ausschlaggebend sind. [vgl. PETERS, A. et al., 2011]

Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit werden in Abbildung 1 dargestellt.

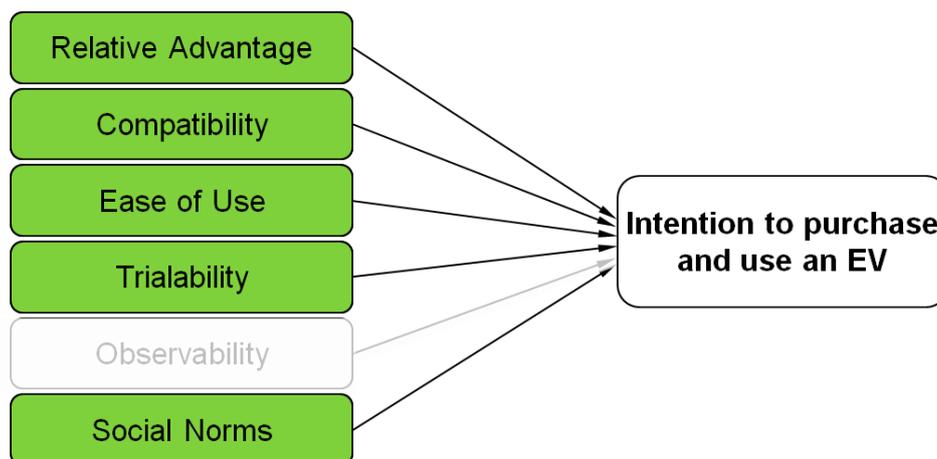


Abbildung 1: Relevanz der beeinflussenden Kriterien für den Kauf und die Nutzung eines Elektrofahrzeugs [in Anlehnung an PETERS, A. et al., 2011, und ROGERS, E. M., 2003]

Neben der Kompatibilität, die einen sehr großen Einfluss hat, ist der relative Vorteil ebenso von erheblicher Bedeutung für die Absicht des Kunden, ein Elektrofahrzeug zu kaufen und zu nutzen. Die Komplexität wurde als „Leichtigkeit der Handhabung“ in eine positive Relation gestellt, die der Studie zufolge ebenso von Relevanz ist, wenn auch nur von geringer. Die Ausprobierbarkeit ist, wie auch die sozialen Normen, von leicht positivem Einfluss, wohingegen das Kriterium der Beobachtbarkeit in der Forschungsarbeit von PETERS nicht als bedeutend nachgewiesen werden konnte.

Bei einer weiterführenden Untersuchung dieser relevanten Kriterien können verschiedene konkrete Faktoren aufgezeigt werden, aus denen sich das jeweilige Kriterium zusammensetzt. Mithilfe des in Abbildung 2 angeführten Ishikawa-Diagramms kann diese Konkretisierung übersichtlich dargestellt werden.

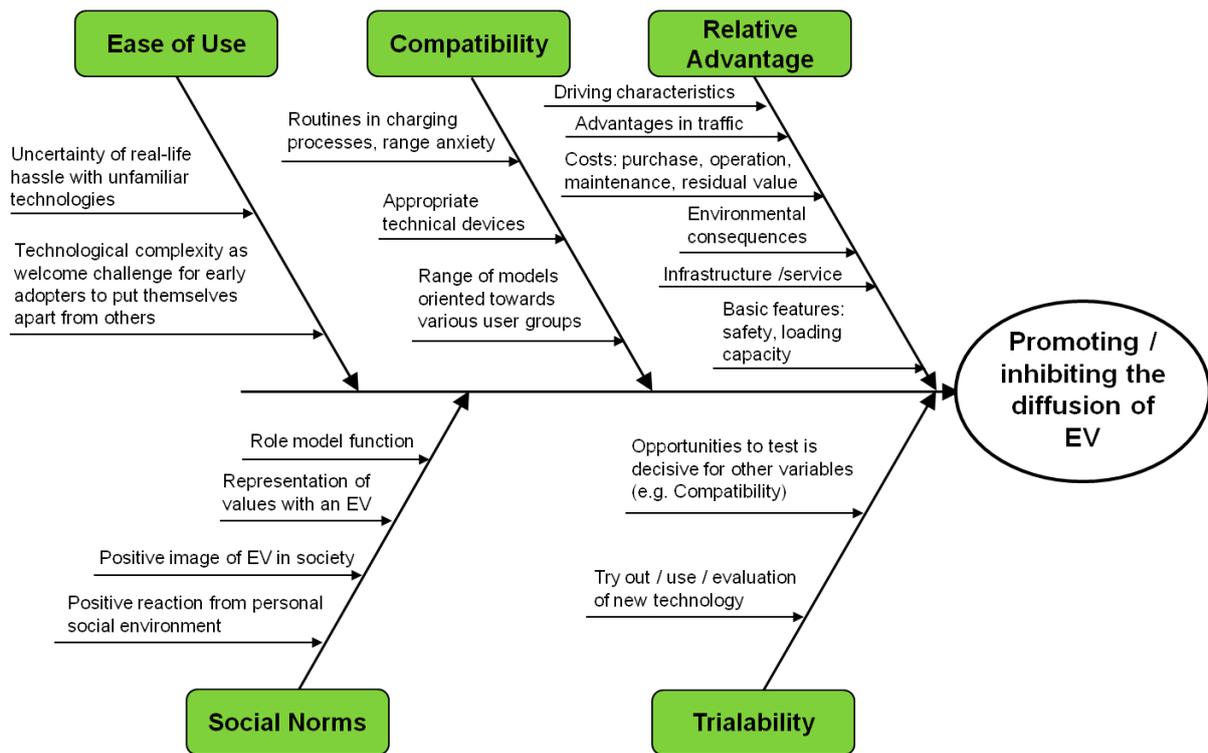


Abbildung 2: Konkretisierung der relevanten Kriterien mittels Ishikawa-Diagramms [in Anlehnung an PETERS, A. et al., 2011]

2.2.2 Klassifizierung und Übersicht von relevanten Faktoren für die Marktdurchdringung der Elektromobilität

Um jene relevanten Faktoren, welche die Marktdurchdringung der Elektromobilität fördern bzw. hemmen, in einem weiteren Schritt in einer zweckmäßigen Art und Weise darstellen zu können, kann hier auf die Klassifizierung von Barrieren nach WOHINZ/MOOR zurückgegriffen werden. Dieser Einteilung zufolge können Barrieren in folgende Kategorien für mögliche Ursachenfelder gegliedert werden: [WOHINZ, J. W.; MOOR, M., 1989]

- Technische Barrieren
- Ökonomische Barrieren
- Rechtliche Barrieren
- Organisatorische Barrieren
- Soziopsychologische Barrieren

Die in Abbildung 2 beschriebenen Faktoren sind nun in Anlehnung an WOHINZ/MOOR klassifiziert worden, wie in Abbildung 3 beschrieben. Dabei konnten zunächst keine Faktoren zu der Kategorie ‚Organisatorische Barrieren‘ zugeordnet werden, jedoch wurde die Aufzählung um ‚Rechtliche Barrieren‘ ergänzt, da diese aufgrund von Förderungen bzw. Sanktionen in direktem Einfluss zum Faktor ‚Kosten‘ stehen.

| Classification of promoters / inhibitors | | |
|--|--|--|
| technical | – driving characteristics | – driving pleasure, acceleration performance, max. speed, user simplicity |
| | – environmental consequences | – emissions generated: well to tank, tank to wheel – dependency on fossil fuels |
| | – basic features | – safety, loading capacity |
| | – appropriate technical devices for routines | – charging process – range anxiety |
| | – range of models | – orientation towards various user groups |
| | – infrastructure / service | – recharging: technology, billing – service |
| economical | – costs | – purchase, operation (costs per 100 km), maintenance (follow-up costs for repair and spare parts), residual value |
| legal | – penalties / incentives for demand / supply | – penalties for CO ₂ emissions – incentives for R&D projects – incentives for purchase – advantages in traffic |
| socio-psychological | – image of EV | – role model function – reaction from personal social environment – representation of values with an EV |
| | – try out / use / evaluation of new technology | – experience if EV's are compatible with needs – uncertainty with unfamiliar technologies – routines |

Abbildung 3: Klassifizierung und Übersicht relevanter Faktoren [in Anlehnung an WOHINZ, J. W.; MOOR, M., 1989, und PETERS, A. et al., 2011]

Anhand der Übersicht in Abbildung 3 ist ersichtlich, dass insbesondere den Kategorien ‚Technische Barrieren‘ sowie ‚Soziopsychologische Barrieren‘ eine Vielzahl an Faktoren zugeordnet werden kann.

3 Ein systemorientierter Ansatz zu Überwindung der Barrieren

Die in Kapitel 2 identifizierten relevanten Faktoren für die Marktdurchdringung der Elektromobilität fallen in die Zuständigkeiten unterschiedlicher Stakeholder. In diesem Kontext kann von einer Systeminnovation gesprochen werden, da die Elektromobilität in einem Netzwerk von verschiedenen Kooperationspartnern stattfindet und letztlich zu einer nachhaltigen Veränderung des Nutzerverhaltens führt. [vgl. GRÜN, O.; HAUSCHILDT, J.; JONASCH, M., 2008] In diesem Netzwerk treten mehrere Schnittstellen zwischen den jeweiligen Stakeholdern auf, die einen erheblichen Kooperations- sowie Koordinationsbedarf hervorrufen.

In diesem Kapitel sollen zunächst die unterschiedlichen Stakeholder der Elektromobilität diskutiert werden. In einem weiteren Schritt soll die Bedeutung der Schnittstellen zwischen Barrieren und Stakeholdern aufgezeigt werden.

3.1 Stakeholder Analyse der Elektromobilität

Die Elektromobilität findet in einem Netzwerk von unterschiedlichen Interessensgruppen statt, wobei eine Einteilung in Marktteilnehmer, Unternehmungsumfeld und selbstverständlich dem Kunden vorgenommen werden kann, wie in Abbildung 4 dargestellt.

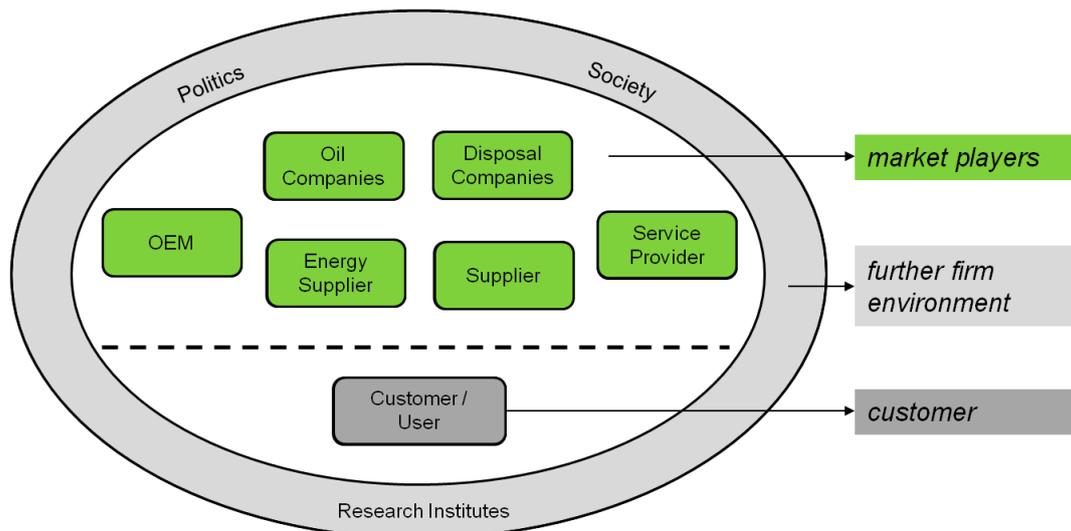


Abbildung 4: Stakeholder der Elektromobilität [in Anlehnung an TALKE, K.; SALOMO, S.; TROMMSDORFF, V., 2007]

Zu den Marktakteuren zählen neben den OEMs und Zulieferern auch die Energieversorgungsunternehmen und Ölkonzerne, sowie auch unterschiedliche Dienstleistungsunternehmen und letztlich auch die Entsorgungsindustrie. Während die Grenzen zwischen OEM und Zulieferer durch die Elektrifizierung des Antriebsstranges immer stärker verschwimmen und die Kernfrage, inwiefern die Wertschöpfung aufgeteilt wird, abzuklären ist, [vgl. ROLAND BERGER, 2011] sind Energieversorgungsunternehmen und Ölkonzerne angehalten, Lösungen für Strom aus erneuerbaren Energien anzubieten. Zudem bieten sich neue Geschäftsmodelle hinsichtlich Ladeinfrastruktur und zusätzlicher Stromabsatz an. [vgl. ROLAND BERGER, 2010] Dienstleistungsunternehmen binden sowohl Mobilitätsdienstleister, wie z.B. Autohändler oder Eisenbahnunternehmen, als auch Reparaturwerkstätten, Ladeinfrastrukturanbieter wie bspw. Supermärkte oder Parkraumbewirtschafter, IT-Unternehmen und Finanzdienstleister mit ein. Letztlich spielt auch die Entsorgungsindustrie eine wesentliche Rolle, insbesondere in Hinblick auf Batterie und Leichtbauwerkstoffe. [vgl. LINDER, E., 2010]

Ein wesentlicher Stakeholder ist natürlich der Kunde bzw. der Nutzer des Elektrofahrzeugs, dessen zunehmend ökologischen Anforderungen wie die Forderung nach verringertem Kraftstoffverbrauch oder geringeren Emissionen ausschlaggebend für das Vorantreiben der Elektromobilität sind. [vgl. FREIALDENHOVEN, A., 2009]

Die bereits genannten Stakeholder sind eingebettet in ein Unternehmungsumfeld, welches aus Forschungsinstituten, der Politik sowie der Gesellschaft im Allgemeinen besteht. Forschungsinstitute können einen wertvollen Beitrag für eine erfolgreiche Einführung der Elektromobilität mit einer Vielzahl an Aktivitäten, angefangen von Energieumwandlung und -verteilung, bis hin zur Energiespeichertechnik, neuen Fahrzeugkonzepten, Infrastruktur, Abrechnungssystemen, Recycling und auch soziopolitischen Aspekten leisten. [vgl. FRAUNHOFER, 2011] Der Fortschritt der Elektromobilität wird insbesondere auch durch die Politik bestimmt, die mit Richtlinien bzgl. CO₂-Emissionen und Pönalisierung bei Nichterreichen der Ziele, emissionsfreien Gebieten sowie auch Förderungen für F&E Projekte, Unterstützungen beim Neuwagenkauf oder Steuerbegünstigungen den Weg

vorgibt. [vgl. ROLAND BERGER, 2010] Nicht zuletzt ist es auch die Gesellschaft, die durch die allgemeine Wahrnehmung der Elektromobilität und den Erwartungshaltungen sehr stark meinungsbildend sein kann. [vgl. ROGERS, E. M., 2003]

3.2 Interaktionsanalyse zwischen Barrieren und Stakeholder

Die bereits identifizierten relevanten Faktoren bzw. Barrieren werden nun von einem oder mehreren Stakeholdern beeinflusst, wie anhand der Matrix in Abbildung 5 beschrieben wird. Wenn nun bspw. die Energieversorgungsunternehmen und Ölkonzerne gleichsam wie die Politik an den Umweltkonsequenzen arbeiten, d.h. die Stromversorgung aus erneuerbaren Energien fördern, ist eine Koordination der Aktivitäten wie auch eine Kooperation unabdingbar.

| | | | Customer/ User | OEM | Supplier | Energy Supplier | Oil Companies | Disposal Companies | Service Provider | Politics | Society | Research Institutes |
|--|--|--|----------------|-----|----------|-----------------|---------------|--------------------|------------------|----------|---------|---------------------|
| technical | driving characteristics | -driving pleasure, acceleration performance, max. speed, user simplicity | | | | | | | | | | |
| | environmental consequences | -emissions, dependency on fossil fuels | | | | | | | | | | |
| | basic features | -safety, loading capacity | | | | | | | | | | |
| | technical devices for routines | -charging process, range anxiety | | | | | | | | | | |
| | range of models | -orientation towards various customer groups | | | | | | | | | | |
| | infrastructure/service | -recharging: technology, billing -service | | | | | | | | | | |
| economical | costs | -purchase | | | | | | | | | | |
| | | -operation | | | | | | | | | | |
| -maintenance | | | | | | | | | | | | |
| -residual value | | | | | | | | | | | | |
| legal | penalties / incentives for supply | -penalties for CO2 emissions, incentives for R&D projects | | | | | | | | | | |
| | incentives for demand | -incentives for purchase, advantages for traffic | | | | | | | | | | |
| socio-psychological | image of EV | -role model function | | | | | | | | | | |
| | | -reaction from personal social environment | | | | | | | | | | |
| | | -representation of values with an EV | | | | | | | | | | |
| try out / use / evaluation of new technology | -experience if compatible with needs, uncertainty with unfamiliar technologies, routines | | | | | | | | | | | |

**Inter-
action
between
barriers and
stakeholders**

Abbildung 5: Interaktionsanalyse zwischen Barrieren und Stakeholdern

Weiters werden die Fahreigenschaften sowohl von OEM als auch Zulieferer maßgeblich bestimmt, die bspw. auch mit Forschungsinstituten zusammenarbeiten, wobei im Speziellen an dieser Schnittstelle die Verschiebung der Kompetenzen bzgl. Batterie, Elektromotor und Leistungselektronik erheblichen Abklärungsbedarf erfordert.

So wird deutlich, dass oftmals mehrere Stakeholder an einer Barriere beteiligt sind und es zudem den Kompetenz- und Einflussbereich eines einzelnen Stakeholders übersteigt, alle Problemstellen alleine zu überwinden. Nur durch ein entsprechendes Zusammenwirken sämtlicher Interessensgruppen kann es gelingen, die Elektromobilität erfolgreich am Markt durchzusetzen.

4 Zusammenfassender Ausblick

Die Elektromobilität stellt die Automobilindustrie wie auch andere Interessensgruppen vor erhebliche Herausforderungen und ist durch eine Interdependenz technischer, wie auch rechtlicher, wirtschaftlicher und sozio-psychologischer Problemstellungen gekennzeichnet. Um diesen Barrieren gezielt zu begegnen ist eine Analyse der Barrieren sowie der daran beteiligten Stakeholder unabdingbar.

Durch die dabei auftretenden Schnittstellen entsteht ein erheblicher Koordinations- und Kooperationsbedarf zwischen den verschiedenen Interessensgruppen. Dieser Problematik wurde bereits mit der Gründung von Plattformen entgegengewirkt. Diese teils schon bestehenden Ansätze müssen jedoch nicht nur zielorientiert weiterverfolgt, sondern noch intensiviert und tatsächlich gelebt werden.

Auf Basis der in diesem Beitrag enthaltenen Darstellungen sollen in weiterer Folge nach einer vorhergehenden Untersuchung der Barrieren und der Stakeholder die Schnittstellenbereiche in einer empirischen Erhebung detaillierter analysiert werden.

Literatur

AUSTRIAN MOBILE POWER: Wissenswertes – Geschichte der E-Mobilität, online: <http://www.austrian-mobile-power.at/Geschichte-der-E-Mobilitaet.1163.0.html>, Zugriffsdatum 24.07.2011

FRAUNHOFER: Systemforschung Elektromobilität, Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., München 2011, online: <http://www.elektromobilitaet.fraunhofer.de/>, Zugriffsdatum 24.08.2011

FREIALDENHOVEN, A.: Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Automobilindustrie durch Vernetzung von Wissenschaft und Industrie, Dissertation, Schriftenreihe Automobiltechnik, Aachen 2009

GRÜN, O.; HAUSCHILDT, J.; JONASCH, M: Systeminnovationen als Multi-Organization Innovation (MOI), in: Zeitschrift Führung + Organisation, 3/2008

LINDER, E.: Wohin damit? Elektromobilität und Entsorgung, MobilTec Messeguide 2010, online: http://www.lithorec.de/fileadmin/lithorec/Dokumente/Berichte_%C3%BCber_Lithorec/Wohin_damit_-_Elektromobilit%C3%A4t_und_Entsorgung_Linder_Eva.pdf, Zugriffsdatum 18.08.2011

PETERS, A. et al.: Electric Mobility – a survey of different consumer groups in Germany with regard to adoption, conference paper at the ecee 2011 Summer Study – Energy efficiency first: The foundation of a low-carbon society, Belambra Pesqu'ile de Giens / France 2011

ROGERS, E. M.: Diffusion of Innovation, Fifth Edition, New York 2003

ROLAND BERGER: Elektromobilität – Phantasie oder Treiber eines Paradigmenwechsels?, Graz 2010

ROLAND BERGER: E-Mobility – a promising field for the future, Opportunities and challenges for the German engineering industries, Roland Berger Strategy Consultants 2011

SCHUMPETER, J. A.: Capitalism, Socialism and Democracy, New York 1942

TALKE, K.; SALOMO, S.; TROMMSDORFF, V.: Überwindung von Diffusionsbarrieren bei der Markteinführung von Innovationen, Die Unternehmung 2/2007

WIRTSCHAFTSWOCHE: Wie EVI die Bedeutung der Elektromobilität misst, online: <http://www.wiwo.de/unternehmen-maerkte/wie-evi-die-bedeutung-der-elektromobilitaet-misst-427720/>, Zugriffsdatum 01.08.2011

WOHINZ, J. W.; MOOR, M.: Betriebliches Energiemanagement, Wien 1989