

Whitepaper

**Eckpunkte der F&E Roadmap  
des eNOVA Strategiekreises Elektromobilität**

Version 1.0

28. Februar 2011

## 1. Einleitung

Für die Elektromobilität erfinden wir das Automobil neu. An diese Aufgabe knüpfen sich hohe Erwartungen und zugleich eine große Begeisterung. Wenn sich Industrie, Wissenschaft und Politik nicht sorgfältig abstimmen, drohen Reibungsverluste und Verzögerungen - die wir uns angesichts der rasch wachsenden Konkurrenz im asiatischen Raum kaum leisten können.

Industrie, Wissenschaft und Politik müssen sich daher auf klare Ziele verständigen, insbesondere bei der Förderung von Forschung, Entwicklung und Erprobung der Elektromobilität; aber auch bei Anreizen auf der Produktions- und Nachfrageseite sowie bei dem begleitenden ordnungsrechtlichen Rahmen.

Beispiele aus den USA und Japan, aber auch hier in Europa, zeigen deutlich, dass branchenübergreifend erstellte Roadmaps ein geeignetes Mittel für eine solche Abstimmung sind. Die relevanten Unternehmen einigen sich darin auf gemeinsame Meilensteine und unterbreiten Vorschläge, was wann von wem getan werden muss.

Der eNOVA Strategiekreis Elektromobilität erstellt zurzeit eine Roadmap für das Gesamtsystem Elektrofahrzeug und seine Schnittstellen zum Stromnetz. Sie wird die anstehenden Themen vorwettbewerblicher Forschung in den Kontext der Technologieentwicklung einordnen, die in den kommenden 10 bis 20 Jahren zu erwarten ist.

Das vorliegende Papier soll helfen, die Abstimmung von Zielen, F&E Themen und Förderprogrammen zwischen Industrie, Wissenschaft und Politik effizient zu gestalten. Dazu fasst es die Eckpunkte der Roadmap zusammen. Es bezieht zudem erste Bewertungen durch Vertreter der Wissenschaft sowie weiterer Unternehmen (insbesondere KMU) mit ein, die bei einem Workshop des eNOVA Strategiekreises Elektromobilität am 8. Februar 2011 in Berlin geäußert wurden. Die mit dem Thema Elektromobilität befassten Ressorts der Bundesregierung sind nun zu einem Austausch über die Schwerpunkte künftiger Fördermittelausschreibungen eingeladen.

Eine elektronische Version dieses Dokuments sowie spätere Aktualisierungen werden auf der Webseite [www.strategiekreis-elektromobilitaet.de](http://www.strategiekreis-elektromobilitaet.de) veröffentlicht.



## 2. Methode

Die F&E Roadmap des eNOVA Strategiekreises geht von der Frage aus, was das Alleinstellungsmerkmal des Elektrofahrzeugs aus Deutschland sein kann. Die Partner des eNOVA Strategiekreises Elektromobilität sind sich sicher, dass es die dieselben Attribute sind, die schon heute weltweit an Autos deutscher Hersteller geschätzt werden: Energieeffizienz, Sicherheit und Zuverlässigkeit.

Beim Elektrofahrzeug erfordert dies eine grundlegende Neukonzeption aller Komponenten für Energiespeicherung, Antrieb und Netzanbindung, die vom Leichtbau bis zur informationstechnischen Steuerung reicht. Sie muss ergänzt werden um ein optimiertes Zusammenspiel im Gesamtsystem sowie höchst effektive Schnittstellen zum Stromnetz.

Der eNOVA Strategiekreis Elektromobilität hält es für dringend erforderlich, die nötigen Entwicklungen in diesen Technologiefeldern zeitlich und inhaltlich aufeinander abzustimmen. Die F&E Roadmap ordnet dazu Einzelthemen einer Reihe von übergreifenden Themenfeldern zu und richtet sie zugleich an Meilensteinen aus, die von heute bis zum Jahr 2025 Zwischenziele auf dem Weg zur Einführung der Elektromobilität beschreiben.

Dies zeigt nötige Kohärenzen unterschiedlicher Technologieentwicklungen auf und weist zugleich auf potenzielle Komplementaritäten und Querschnittsthemen hin. Die Roadmap legt damit fest, *wann* aus Sicht des eNOVA Strategiekreises Elektromobilität *welche* Maßnahmen ergriffen werden müssen und hilft den Bedarf an F&E von dem an Industrialisierung bzw. Marktvorbereitung zu unterscheiden. Sie mündet damit in Empfehlungen für Programme zur Förderung von F&E und Innovation sowie für die Schaffung nötiger Rahmenbedingungen.

Darüber hinaus können Empfehlungen für Curricula der Aus- und Weiterbildung sowie potenzieller Bedarf an Standardisierung und Normung aus der Roadmap abgeleitet werden

## 3. Meilensteine

Der eNOVA Strategiekreis Elektromobilität beschreibt die Zwischenziele auf dem Weg von der Entwicklung des Gesamtsystems Elektrofahrzeug über die Schaffung der Rolle Deutschlands als Leitanbieter bis zur möglichen Verstetigung der Technologieführerschaft anhand von drei Meilensteinen für die Jahre 2015, 2020 und 2025:

### ***2015: Serientaugliche und nutzerfreundliche Konzepte für Elektrofahrzeuge***

Zunächst ist der Abbau von technologischen Barrieren erforderlich, die den Anlauf der Serienfertigung und die Nutzerakzeptanz der Elektromobilität verzögern könnten. Schwerpunkte sind ganz allgemein die Reduzierung von Kosten bei elektrifizierten Fahrzeugen und gleichzeitiger Erhöhung der Reichweite und Betriebssicherheit von Batterie betriebenen E-Fahrzeugen. Dazu sind neben weiteren Effizienzsteigerungen der Antriebskomponenten, leistungselektronischen Bauteile und Nebenaggregate vor allem innovative Konzepte für das Gesamtfahrzeug erforderlich.

Schlüsselthemen sind modularer Aufbau, sichere und zuverlässige Systemintegration, die effiziente Steuerung der Energieflüsse zwischen Speicher- und Antriebskomponenten und dem Stromnetz sowie neue Verbundwerkstoffe, um innovative Leichtbaustrukturen realisieren zu können. Zudem sind flexible Produktionstechnologien erforderlich, die schnell einen nachfrageorientierten Anlauf der Serienherstellung von Komponenten und Fahrzeugen ermöglichen und zugleich eine individuelle Gestaltung von Leistungsmerkmalen erlauben, wel-

che der Elektroantrieb in besonderer Weise bietet. Begleitend wird eine wenigstens EU-weite (und in der Folge möglichst weltweite) Standardisierung von Komponenten, Verbindungen und Protokollen benötigt, die Kostenvorteile in Hinblick auf die Serienfertigung verspricht.

### ***2020: Effiziente, robuste und zuverlässige Elektrofahrzeuge für den Massenmarkt***

Ziel ist die Entwicklung von elektrifizierten Fahrzeugen, die konsequente Energieeffizienz, Sicherheit garantierende Robustheit und uneingeschränkte Zuverlässigkeit vereinen, also die Alleinstellungsmerkmale von Fahrzeugen aus deutscher Produktion, die wegen ihrer hohen Reichweite und langen Lebensdauer weltweit geschätzt werden. Dies ist die Voraussetzung dafür, die im Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität angestrebte Position als Leitanbieter auf den Weltmärkten garantieren können. Es erfordert optimal aufeinander abgestimmte Konzepte aller Komponenten für Energiespeicher und –wandler und Antriebe sowie eine flächendeckende Netzanbindung bzw. Wasserstoffinfrastruktur. Zugleich sind Produktionstechnologien und Designs zu entwickeln, die Kosteneinsparungen mit Ressourcen-, Material- und Energieeffizienz sowie Umweltverträglichkeit verbinden. Die Maßstäbe für die Alleinstellungsmerkmale sind durch umfangreiche Simulations- und Testverfahren abzuschern.

### ***2025: Innovative Technologien für das Gesamtsystem Elektromobilität***

Ziel ist die ganzheitliche Verbesserung der Qualität von Elektromobilität durch konsequente Ausschöpfung aller Potenziale, die ein elektrifiziertes Fahrzeug bietet und durch Bereitstellung ergänzender Lösungen dort, wo es an Grenzen stößt. Dies soll dazu dienen, die Vorteile der Elektromobilität für Klimaschutz, Lebensqualität und die Sicherheit der Energieversorgung nachhaltig und in großem Maßstab umzusetzen. Es erfordert fahrzeugseitig kontinuierliche Innovationen im Bereich der intelligenten Steuerung hinsichtlich der Netz- und Infrastrukturanbindung und der Systemintegration, durch die z.B. autonomes Fahren, Energiezufuhr (z.B. induktives Laden) während der Fahrt oder eine modulare Funktionalität gewährleistet wird.

Zugleich sind die Schlüsselkomponenten für Energiespeicherung und elektrischen Antrieb vor dem Hintergrund steigender Anforderungen und der zu erwartenden Ressourcenknappheit grundsätzlich zu überdenken. Zur Unterstützung sind zudem erhebliche Entwicklungsmaßnahmen zur Schaffung einer geeigneten Netz- und Mobilitätsinfrastruktur erforderlich: z.B. die Elektrifizierung von Routen, die Bereitstellung standardisierter Datendienste und die Einrichtung von effizienten Schnittstellen zwischen individuellen und kollektiven elektrifizierten Verkehrsmitteln.

## **4. Themenfelder und Einzelthemen**

Die zur Erreichung dieser Zwischenziele im Einzelnen nach Auffassung der Mitglieder des eNOVA Strategiekreises Elektromobilität zu erbringenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten oder Innovationsaufgaben werden in der Roadmap wie folgt zehn technischen Themenfeldern zugeordnet:

### ***Antriebstechnologien***

- Innovative vollelektrische und hybride Antriebe mit hohem Wirkungsgrad einschließlich Modularisierung & Leichtbau
- Komponenten des Antriebsstranges inkl. Notsystem zur Reichweitenverlängerung
- Energieeffiziente, bauraumreduzierte und motorintegrierte Leistungselektronik

### ***Produktionstechnologien***

- Produktions- & Qualitätsprüfung
- Fertigungs-, Montage- & Inbetriebnahmeverfahren
- Prozesse der Serienfertigung

### ***Fahrzeugtechnik & Verbrauchsoptimierung***

- Gesamtenergiemanagement
- Fahrgastkomfort (z.B. energieeffizientes Temperaturmanagement)
- Reduzierung der Leistungsbedarfe der Nebenverbraucher

### ***Leichtbau***

- Funktionsintegrativer Leichtbau in Multimaterialdesign
- Adaptronische Strukturkonzepte zur Beherrschung erweiterter NVH Anforderungen
- Bauteile mit integrierter Strukturüberwachung und Restlebensdauerprognose
- Industrialisierung der Fertigungsprozesse
- Nutzungs- und kundengerechte Lastgrößen im Lebenszyklus

### ***E/E-Architektur***

- Hochvoltbordnetz & DC/DC-Wandler
- Neue High Performance-Technologien: Schnellladung (& induktives Laden)
- Gesamtarchitektur und Schnittstellen für Elektrik, Elektronik und Daten: Sicherheit, Effizienz, EMV

### ***Sicherheit, Betriebsfestigkeit und Zuverlässigkeit***

- Crashesicherheit von Gesamtfahrzeug und Batterien und integrierte Sicherheitskonzepte
- Simulation & Prüfung von EMV
- Funktionale Sicherheit, Zuverlässigkeit & Ausfallprädikation (z.B. Radnabenantriebe)
- Structural Health Control zur bedarfsgerechten Anpassung von Struktureigenschaften

### ***Energiespeicher***

- Li-Ionen und alternative Batterietechnologien sowie Supercaps
- System- und Zellmanagement
- Sicherheit, Prüfung & Herstellung von Batterien
- Integration von Batterien in Strukturbauteilen

### ***Werkstoffe und Recycling***

- Neuartige Materialien (hybride Kunststoffe, Faserverbundstoffe, Lamine, thermoplastische Komposite) und Funktionsintegration
- Füge-, Prüf- & Reparaturkonzepte
- Lebenszyklen & Rückgewinnung
- Prüfmethode zur NVH-Charakterisierung von Bauteilen

### ***Infrastrukturanbindung***

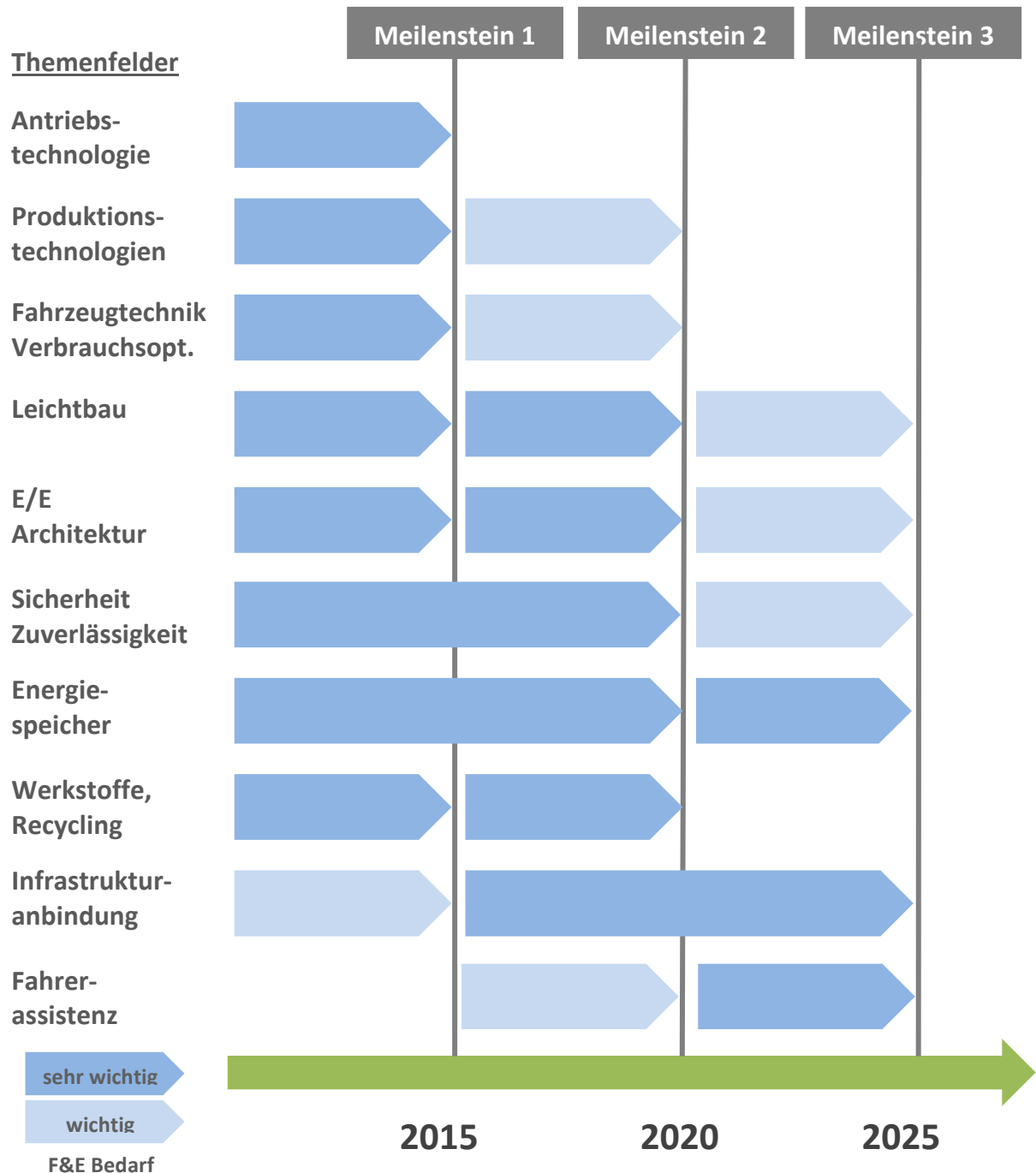
- Batterieinterface im Fahrzeug und zum Netz & Schnellladefähigkeit
- Innovative Charger/Inverter mit hohem Wirkungsgrad inkl. Modularisierung
- Ladestationen & Datenservices

### ***Fahrerassistenz***

- Unfallvermeidung

- Navigation & Reichweitenprädiktion
- Mensch-Maschine Interface

Begleitend wird ein großer Bedarf an Maßnahmen in den Bereichen Standardisierung und Normierung, Zulassung sowie Aus- und Weiterbildung gesehen.



## 5. Roadmaps

Die F&E Roadmap des eNOVA Strategiekreises ordnet die erforderlichen Aktivitäten in den genannten Themenfeldern im Einzelnen den drei Meilensteinen zu. Zugleich nimmt sie auf der Basis der Einschätzungen der eNOVA Partner eine Beurteilung vor, ob F&E in einem bestimmten Thema eher sehr wichtig, wichtig oder unwichtig zur Erreichung des jeweiligen Meilensteins ist.

Für die Abbildung wurden diese Zuordnungen und Gewichtungen auf der Ebene der Themenfelder abstrahiert. Ergänzend dazu soll in einem weiteren Schritt eine Einschätzung gegeben werden, ob die in einem Themenfeld zu erbringenden Arbeiten oder Maßnahmen vom Charakter her eher Forschung und Entwicklung oder Industrialisierung bzw. Marktvorbereitung betreffen.

## **6. Wege der Umsetzung**

Die Mitglieder des eNOVA Strategiekreises Elektromobilität schlagen vor, die Schwerpunkte der künftigen Förderung von F&E zur Elektromobilität an den Themen und Themenfeldern der hier vorgestellten, an Meilensteinen orientierten und multidisziplinären Roadmap auszurichten. Dabei sollte die vorwettbewerbliche Forschung im Vordergrund stehen, denn nur mit ihr lässt sich der Vorsprung der deutschen Industrie beim Know-how langfristig absichern. Themen der industriellen Umsetzung, Erprobung und Marktvorbereitung sollten durchaus in Projekte oder Programme integriert werden. Es ist aber besonders darauf zu achten, dass sich der Zuschnitt von F&E Budgets und Projekten am industriellen Bedarf und an Kriterien von Effizienz orientiert. Förderinstrumente wie die herkömmliche Verbundforschung haben sich in dieser Hinsicht in vielen Innovationsfeldern bewährt und sind daher auch bei der Elektromobilität das Mittel der Wahl. In künftigen Leuchtturmprojekten und Schaufenstern zur Elektromobilität könnten sie die Forschungsarbeit im Einzelnen strukturieren, während die aus der Roadmap entnommenen Ziele und Meilensteine einen gemeinsamen Rahmen bilden sollten.

Der eNOVA Strategiekreis Elektromobilität regt an, in der Förderung auch komplementäre Technologien aus dem Gesamtspektrum der energieeffizienten Fahrzeugtechnologien und alternativen Antriebe zu betrachten. Zudem sollte kontinuierlich ein Vergleich von Programmen und Projekten mit dem internationalen Fördergeschehen vorgenommen werden.

## **7. eNOVA**

Der eNOVA Strategiekreis Elektromobilität ist eine Allianz relevanter Industrieunternehmen aus den Schlüsselbranchen Automobil, Batterien, Halbleiterkomponenten, Elektrotechnik und Materialien für den Leichtbau. Er erarbeitet Empfehlungen für Programme der Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation im Bereich Elektromobilität und stimmt diese mit der Wissenschaft und einem erweiterten Kreis von Unternehmen ab. Er konzentriert sich dabei auf das Gesamtsystem Elektrofahrzeug und die Schnittstelle zur Netzinfrastruktur.

### **Kontakt:**

Geschäftsstelle eNOVA Strategiekreis Elektromobilität bei der  
VDI/VDE Innovation + Technik GmbH  
Steinplatz 1  
10623 Berlin

Dr. Gereon Meyer ([gereon.meyer@vdivde-it.de](mailto:gereon.meyer@vdivde-it.de))

Laure Quintin ([laure.quintin@vdivde-it.de](mailto:laure.quintin@vdivde-it.de))

Tel. 030/310078155

[www.strategiekreis-elektromobilitaet.de](http://www.strategiekreis-elektromobilitaet.de)