

Die Umweltbilanz muss stimmen

Wie umweltfreundlich und klimaschonend ist Elektromobilität tatsächlich? Dieser Frage geht das Heidelberger IFEU-Institut mit einer ganzheitlichen Bewertung nach, die den gesamten Lebenszyklus eines Fahrzeugs berücksichtigt. Das Forschungsprojekt „UMBRéLA“ leitet aus den derzeit laufenden Flottenversuchen des BMU Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Ausgestaltung der Elektromobilität ab.



Fotos: Fotolia/Beboy (2), Fotolia/ferkeiraggae

Keine Frage: Elektromobilität ist ein wichtiger Baustein zur Erreichung der Klima- und Umweltziele im Verkehr. Allerdings: Die Gesamtumweltbilanz von Elektroautos wird von vielen Faktoren beeinflusst, wie etwa dem Energieeinsatz bei ihrer Produktion und dem Betrieb der Fahrzeuge.

Im Rahmen seines Förderprogramms Elektromobilität unterstützt das Bundesumweltministerium zurzeit verschiedene Flottenversuche mit E-Fahrzeugen. Eine übergreifende Begleitforschung führt die Praxisergebnisse zusammen. Im Projekt „UMBRéLA“ des Instituts für Energie- und Umweltforschung (IFEU) werden zu diesem Zweck verschiedene Fahrzeug- und Nutzungstypen auf ihre Umwelteffekte über den gesamten Lebenszyklus hinweg untersucht. Leitfrage dabei ist: Unter welchen Rahmenbedingungen zeigt der Einsatz von Elektroautos besonders günstige Umweltbilanzen?

Intelligent gekoppelt

In den derzeit laufenden Feldversuchen des BMU wird die Nutzung von Plug-in-Hybriden – das sind Pkws mit Elektro- und Verbrennungsmotor, deren Batterien extern aufgeladen werden können – und vollelektrischen Fahrzeugen in der Praxis getestet. Integraler Bestandteil der Projekte ist die intelligente Kopplung von Fahrzeug und regenerativer Stromerzeugung.

Im übergreifenden Begleitforschungsprojekt UMBRéLA des Heidelberger IFEU-Instituts werden umweltrelevante Ergebnisse aus den Feldversuchen und Forschungsprojekten gesammelt und analysiert. Darauf baut eine umfassende Umweltbewertung von Elektromobilität auf, mit dem Ziel, für die Umwelt positive, aber auch negative Effekte frühzeitig zu identifizieren und zur Optimierung und

Weiterentwicklung einer möglichst umweltverträglichen Elektromobilität zu verwenden. Dies betrifft zum Beispiel Nutzungs- und Fahrzeugkonzepte oder die Stromherkunft und das Laden.

Ganzheitliche Betrachtung

Eine ganzheitliche Umweltbewertung beschränkt sich nicht nur auf den reinen Betrieb des Autos. Der im Projekt gewählte ökobilanzielle Ansatz geht weit darüber hinaus: Er berücksichtigt den gesamten Lebensweg eines Fahrzeugs von der „Wiege bis zur Bahre“, das heißt inklusive der Herstellung des Fahrzeugs und seiner Komponenten, inklusive seiner Entsorgung und auch inklusive der vielfältigen Pfade zur Bereitstellung der Energie.

Diese Einflussgrößen stellen sich für jedes Auto anders dar, sie variieren auch stark mit dessen Nutzung. Zur detaillierten Analyse und Bewertung hat das IFEU das Umweltbewertungsmodell „eLCAR“ (Electric Car Life Cycle Analysis) entwickelt.

In das Modell fließen zahlreiche Daten aus den Flottenversuchen und umfangreiche Sekundärdaten aus weiteren Forschungen ein. Damit können die Umweltauswirkungen von verschiedenen Elektrofahrzeugtypen und von verbrennungsmotorischen und brennstoffzellenbetriebenen Fahrzeugen bilanziert und miteinander verglichen werden. Sensitivitätsanalysen, Fallstudien und Szenarien sollen helfen, besonders effiziente Einsatzgebiete für Elektromobilität und auch ökologische Schwachstellen zu identifizieren.

Erste Zwischenergebnisse

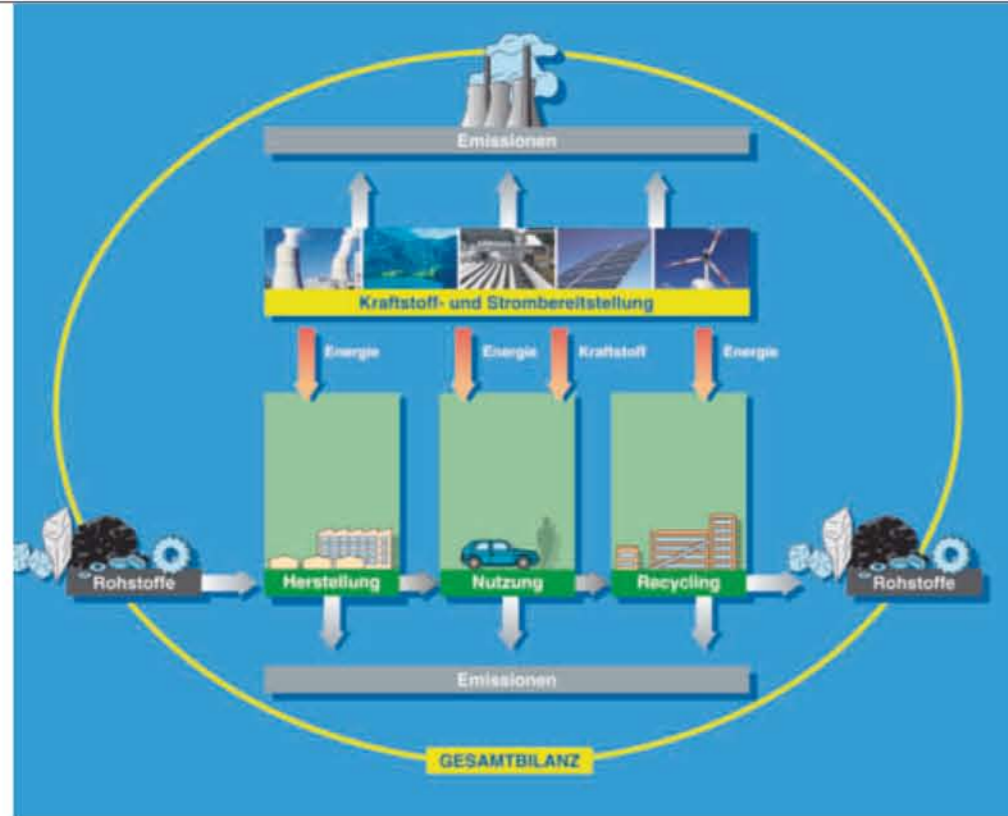
Die Endergebnisse des UMBRéLA-Vorhabens werden erst Ende 2011 vorliegen. Erste Auswertungen der Ökobilanzuntersuchungen zeigen jedoch bereits: Ein



Elektro-Pkw der Kompaktklasse weist bei Verwendung von Durchschnittsstrom aus dem heutigen Kraftwerkspark etwa gleich hohe Treibhausgasemissionen auf wie ein konventioneller Pkw (s. Abb. 2 auf Seite 43).

Bei einem Elektro-Pkw ist die Produktion der Batterie mit einem hohen Energieaufwand verbunden. Dadurch sind die CO₂-Emissionen der Herstellung des gesamten Pkw beim heutigen Stand von Technologie und Produktionsverfahren nahezu doppelt so hoch wie bei einem Pkw mit konventionellem Antrieb. Wenn der Fahrstrom nun aus dem durchschnittlichen Kraftwerkspark in Deutschland stammt, kann der Elektro-Pkw trotz seiner prinzipiell deutlich besseren energetischen Effizienz diesen Nachteil im Laufe eines durchschnittlichen Autolebens kaum aufholen. Elektrofahrzeuge ohne eine Kopplung an erneuerbare Energien helfen also in puncto Klimaschutz nicht.

Allerdings wird die Stromerzeugung in Deutschland in den nächsten Jahren immer klimaverträglicher – höhere Anteile von erneuerbaren Energien sorgen dafür. Dies wirkt sich auch positiv auf die Umweltbilanz der Elektro-Pkws aus. Gleichwohl kann jede Kilowattstunde erneuerbaren Stroms nur einmal verbraucht werden. Für die Gesamtbilanz ist es daher wichtig, dass der Straßenverkehr als „neuer“ Stromverbraucher auch neue regenerative Quellen erschließt. ▶



SCHEMA DER UMWELTBILANZ VON FAHRZEUGEN

◀ Eine Lebenszyklusanalyse betrachtet Produkte „von der Wiege bis zur Bahre“. Beim Auto fließt daher nicht nur dessen Nutzungsphase, sondern auch seine Produktion und Entsorgung sowie die Bereitstellung der Kraftstoffe mit ein.

Klimavorteil: E-Mobile als Stromspeicher

Einen wirklichen Klimavorteil kann sich das Elektromobil dadurch verschaffen, dass es Strom aus erneuerbarer Energie bezieht – durch zusätzlich installierte Leistung in Verbindung mit intelligentem Laden von Strom aus Sonne und Wind, der in Überschusszeiten sonst nicht eingespeist werden kann.

Obwohl die Betankung von Elektrofahrzeugen nur wenige Stunden verlagert werden kann, wird durch eine intelligente „Betankung“ – das gesteuerte Laden oder Demand Side Management (DSM) – eine bessere Integration von erneuerbaren Energien erreicht: Die bei unregelmäßigem Laden (etwa direkt nach jeder Fahrt oder stets am frühen Abend) entstehende Spitzenlast wird durch zeitsensibles „Tanken“ deutlich abgesenkt. Zudem kann fluktuierender erneuerbarer Strom, der ansonsten mit hohem Aufwand gespeichert werden müsste, für das Aufladen der Batterien verwendet werden.

Eindeutig bessere Luft

Neben der Klimawirkung untersucht das Vorhaben weitere Umwelteffekte. Der ökologische Einfluss eines Elektromobils auf die Luftverschmutzung vor Ort etwa ist nicht von der Art der Stromerzeugung

und Ladung abhängig: Hier zeigen sich die lokalen emissionsseitigen Umweltvorteile von Elektro- gegenüber Otto- und Diesel-Pkws – sie haben keinen Auspuff. Spürbare Entlastungen der Luftqualität entstehen aber erst bei hohen Anteilen von Elektrofahrzeugen, daher müssen auch die Abgasemissionen konventioneller Otto- und Diesel-Pkws weiter zurückgehen.

Weitere Umweltwirkungen, die bei der Lebenszyklusanalyse von Fahrzeugen augenscheinlich werden, betreffen Einträge von Schadstoffen in das Boden- und Gewässersystem. So können die Herstellung der Batterien – besonders bei Fehlen entsprechender Standards bei der Produktion – sowie die Erzeugung des Fahrstroms aus fossilen Quellen über den gesamten Lebensweg zu einer erhöhten Versauerung und einem erhöhten Nährstoffeintrag (Eutrophierung) beitragen.

Erstes Fazit

Ein erstes Fazit der Zwischenergebnisse aus dem Projekt UMBReLA lautet daher: Die ökologische Bewertung zukünftiger batterieelektrischer Fahrzeuge hängt von verschiedenen Faktoren ab, die gleichsam Stellschrauben für Optimierungen darstellen. Zentral sind die Produktion

von Komponenten und die Strombereitstellung. Allerdings sind die Einflüsse dieser Faktoren nicht konstant, sondern verändern sich über die Zeit.

So werden sich die Aufwendungen bei der Herstellung der Batterien, der Energieverbrauch bei der Nutzung und die Stromerzeugung zukünftig anders darstellen als heute. Wesentlich sind dabei die Energiedichte und Haltbarkeit der Batterie, die verwendeten Batterietypen, die eingesetzten Materialien und die Batteriegröße.

All dies wird also bei der zukünftigen Bewertung der Elektromobilität eine große Rolle spielen. Zudem erscheint es – nicht nur aus Umweltsicht – lohnend, dass Elektrofahrzeuge ihre Energieeffizienz weiter verbessern, da die Batterien einen wesentlichen Kosten- und Umweltbelastungsfaktor darstellen.

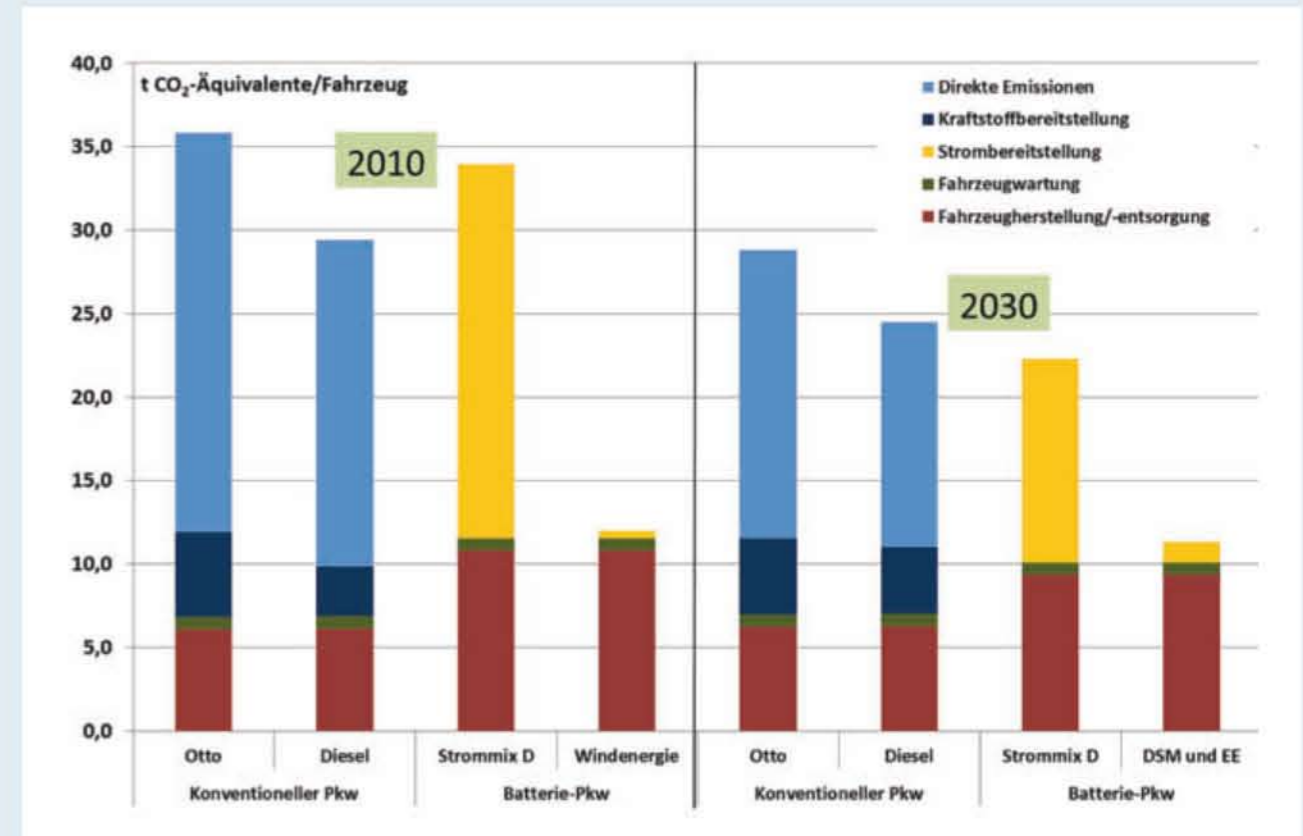
Im Betrieb der Fahrzeuge wiederum ist die Strombereitstellung maßgeblich: Erst eine intelligente Kopplung an Strom aus zusätzlichen erneuerbaren Quellen macht ein Elektroauto zum Nullemissionsfahrzeug.

Referat IG 15, Umwelt und Verkehr, Elektromobilität

→ Mehr wissen
Informationen zum Förderprogramm Elektromobilität des Bundesumweltministeriums gibt es unter www.pt-elektromobilitaet.de

Grafiken: BMU

ABB. 2: VORLÄUFIGE MODELLRECHNUNG ZUR KLIMAWIRKUNG EINES PKW; DSM = DEMAND SIDE MANAGEMENT; EE = ERNEUERBARE ENERGIEN



Verglichen wird die Klimawirkung durch die Produktion und die Nutzung eines Kompaktklasse-Pkw für eine Lebenslaufleistung von 150.000 km.

Es wird im Jahr 2010 ein Verbrauch von 7,0 l/100 km für Otto-Pkws, von 5,3 l/100 km für Diesel-Pkws und bei Elektro-Pkws von 22,8 kWh/100 km aus den Modellrechnungen für mittlere Nutzungsmuster zugrunde gelegt. Neben dem durchschnittlichen Strommix wird

für das Jahr 2010 gezeigt, wie sich die Emissionen bei der Nutzung von zusätzlicher erneuerbarer Energie (Windenergie) verhalten. Im Jahr 2030 wird eine Verbesserung der Effizienz bei der Fahrzeugnutzung als auch bei Batterieproduktion angenommen.

Zudem wird gezeigt, wie sich die Emissionen bei gesteuertem Laden unter der Berücksichtigung des Einsatzes von zusätzlichen erneuerbaren Energien verhalten.