

Presse-Information
10. Dezember 2012

40 Jahre Elektromobilität bei der BMW Group.

Vom BMW 1602 zum BMW i3.

Wenn Ende 2013 die erste Serienversion des BMW i3 in Leipzig vom Band rollt, ist dies der vorläufige Höhepunkt einer Entwicklung, die bei BMW bereits vor 40 Jahren begann. Damals, bei den Olympischen Spielen 1972 in München, geht BMW mit zwei elektrisch angetriebenen Versuchsfahrzeugen an den Start. Die umgebauten BMW 1602 dienen als Transportmittel für das Organisationskomitee und werden bei verschiedenen Langstreckenwettbewerben als Begleit- und Kamerawagen eingesetzt. Doch es liegt auf der Hand, dass 350 Kilogramm schwere Bleibatterien und eine Reichweite von rund 60 Kilometer für ein Serienfahrzeug kaum attraktiv sind. BMW setzt daher verschiedene Forschungs- und Entwicklungsprojekte in Gang, um eine bessere und vor allem effizientere Technologie für Elektroantriebe auf die Straße zu bringen.

Ab Ende 1975 liefert ein Versuchsträger auf Basis des BMW LS mit neuen Batterien und einem neuen Elektromotor erste Erkenntnisse. In den 1980er Jahren wird dann das Forschungsprojekt „Elektroauto mit Hochenergiebatterie“ aufgelegt, das wertvolle Erfahrungen im Umgang mit Energiespeichern auf Natrium-Schwefel-Basis bringt. Zudem errichtet BMW einen speziellen Prüfstand für Elektroantriebe mit integriertem Leistungsrechner. Neben den Batterien werden hier besonders Antrieb und Antriebssteuerung getestet. In der Konzept-Erprobung laufen acht umgerüstete Fahrzeuge auf Basis des BMW 325iX, die sich als Stadtautomobile, beispielsweise im Zustelldienst der damaligen Bundespost, bewähren.

Die Erfolg versprechenden Erfahrungen aus dem Forschungsprojekt sind für BMW Grund genug, mit der Konzeption eines reinen Elektrofahrzeugs zu beginnen. Waren bisherige Versuchsfahrzeuge nur umgebaute Serienversionen und daher nicht auf die besonderen Anforderungen eines Elektroantriebs zugeschnitten, sollte sich dies nun ändern. Dabei setzt BMW auf die Erkenntnis, dass Elektroautos aufgrund ihrer eingeschränkten Reichweite vor allem als Stadtfahrzeuge nützlich sind. Eine erste Lösung wird 1991 auf der IAA in Frankfurt

Presse-Information
Datum 10. Dezember 2012
Thema 40 Jahre Elektromobilität bei der BMW Group.
Seite 2

präsentiert: Es ist der BMW E1, ein elektrisch angetriebenes Citymobil für den Einsatz in Städten und Ballungsräumen. Dank konsequenter Leichtbauweise und hochfester Struktur zeichnet sich der Prototyp schon damals durch geringes Gewicht und hohe Sicherheit aus.

Auch die erzielbaren Fahrleistungen können sich sehen lassen: 32 kW Leistung, ein Drehmoment von 150 Nm und eine Reichweite von etwa 160 Kilometer sind attraktive Eckdaten, die das Fahrzeug auch für den Alltag interessant machen.

Neben fünf Versuchsfahrzeugen vom Typ E1 umfasst das Projekt 25 umgebaute Serienmodelle auf Basis der BMW 3er Reihe. Vom BMW 325 werden zwischen 1992 und 1996 acht Fahrzeuge auf der Insel Rügen eingesetzt, um unterschiedliche Motoren, Getriebe und Batterien unter Alltagsbedingungen zu erproben. Der Feldversuch liefert große und detaillierte Datenmengen und damit wichtige Aufschlüsse für die weitere Entwicklung der Elektromobilität. Das Projekt findet mit dem BMW electric 1997 seinen Abschluss.

Im Jahr 2008 bringt die BMW Group eine Flotte von rund 600 rein elektrisch betriebenen Fahrzeugen vom Typ MINI E für die private Nutzung im Alltagsverkehr zum Einsatz. Die im Rahmen des Pilotprojekts gewonnenen Erkenntnisse fließen unmittelbar in den Entwicklungsprozess eines elektrisch angetriebenen Serienfahrzeugs ein. Besonders das Potenzial von Lithium-Ionen-Akkus erreicht im MINI E eine neue Stufe. Mit der Weltpremiere des BMW Concept ActiveE Anfang 2010 setzt die BMW Group nur ein Jahr später ihre Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten fort. Ab 2011 gehen über 1.000 Fahrzeuge in die Alltagserprobung. Im Mittelpunkt steht wie schon beim MINI E die Konzeption eines Megacity Vehicle (MCV), das nun als BMW i3 kurz vor der Serieneinführung steht. Was konsequente Weiterentwicklung bedeutet, zeigt der Elektroantrieb des BMW i3 Concept: Er nimmt bei gleicher Leistung rund 40 Prozent weniger Raum ein als der Antrieb des MINI E.

BMW 1602 Elektro (1972)

Um die Nutzbarkeit eines elektrischen Antriebs im praktischen Fahrbetrieb zu untersuchen, baut BMW ab 1969 zwei Versuchsfahrzeuge auf Basis der BMW 02er Reihe auf. Dort, wo normalerweise das Schaltgetriebe sitzt, findet nun ein von Bosch entwickelter Gleichstrom-

Nebenschlussmotor mit 32 kW Spitzenleistung Platz, der seine Kraft über Zwischengetriebe und Kardanwelle auf die Hinterräder überträgt. Ein thermostatgesteuerter Radiallüfter mit 140 W Leistung übernimmt die Kühlung.

Gespeist wird der 85 Kilogramm schwere Elektromotor von zwölf handelsüblichen Zwölf-Volt-Bleibatterien der Marke Varta, die auf einer Palette im Motorraum untergebracht sind. Der Batteriesatz wiegt nicht weniger als 350 Kilogramm, kann aber als Ganzes entnommen und durch ein frisch geladenes Paket ersetzt werden. Der BMW 1602 Elektro beschleunigt in acht Sekunden von null auf 50 km/h und erreicht eine Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h. Die Reichweite in der Stadt beträgt etwa 30 Kilometer, bei konstant 50 km/h etwa 60 Kilometer. Zu Testzwecken setzt BMW die Versuchsträger bei den Olympischen Spielen 1972 in München ein. Dort kommen sie unter anderem als Begleitfahrzeuge beim Marathonlauf zum Einsatz. Schon damals arbeitet die E-Maschine auch als Generator, so dass die beim Bremsen erzeugte Energie in der Batterie gespeichert werden kann (Nutzbremse). Gleichwohl setzt sich schnell die Erkenntnis durch, dass die spezifischen Nachteile des Elektroantriebs nur durch Fortschritte auf dem Batteriesektor lösbar sind. Der BMW 1602 Elektro wird folglich nicht als Lösung, sondern nur als ein erster Entwicklungsansatz betrachtet.

BMW 1602 Elektro (1972): Technische Daten	
Motor	Gleichstrom-Nebenschluss-Motor (Bosch)
Dauer-/Spitzenleistung	12 kW / 32 kW
Energiespeicher	12 Blei-Säure-Starterbatterien (Varta)
Kapazität	12,6 kWh
Gewicht	350 kg
Fahrleistungen (ca.)	
Höchstgeschwindigkeit	100 km/h
Beschleunigung 0-50	8 sec
Reichweite Stadtverkehr	30 km

BMW LS Elektro (1975)

Im Juni 1975 startet BMW ein neues Projekt, das in der Folgezeit nie kommuniziert wird. Auf Basis eines ausrangierten BMW LS entsteht ein Versuchsträger, der im Dezember 1976 erste Fahrtests absolviert. Anders als im BMW 1602 kommt ein neuer Gleichstrom-Reihenschlussmotor von Bosch zum Einsatz, zehn Varta Blei-Akkus mit Aquamatik (zentrale Wassernachfüllung und Entgasung) sollen ebenfalls neue Erkenntnisse liefern.

Erstmals ist ein Ladegerät samt Ladekabel und automatischer Endabschaltung an Bord, über das die Batterien an einer herkömmlichen Schuko-Steckdose binnen 14 Stunden aufgeladen werden können. Obwohl die hydraulischen Trommelbremsen des Serienfahrzeugs übernommen werden, arbeitet die elektrische Nutzbremse stets vorrangig. Reduktions- und Ausgleichsgetriebe sind in einem kompakten Block zusammengefasst und mit dem Elektromotor verschraubt. Front- und Heckscheibenheizung sowie ein elektrisches Bauknecht Speicherheizgerät sorgen für die Temperierung des Innenraums.

BMW LS Elektro (1975): Technische Daten	
Motor	Gleichstrom-Reihenschluss-Motor (Bosch)
Dauer-/Spitzenleistung	8 kW / 17 kW
Energiespeicher	10 Blei-Säure-Traktionsbatterien (Varta)
Kapazität	10,8 kWh
Gewicht	318 kg
Fahrleistungen (ca.)	
Höchstgeschwindigkeit	65 km/h
Beschleunigung 0-50	11,4 sec
Reichweite Stadtverkehr	30 km

BMW 325iX (1987–1990)

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Elektroauto mit Hochenergiebatterie“ (seit 1981) gehen ab 1987 acht von Allrad- auf Frontantrieb umgerüstete Fahrzeuge vom Typ BMW 325iX an den Start. Sie dienen als Versuchsträger für eine neuartige und wartungsfreie Natrium-Schwefel-Batterie (NaS), die von Asea Brown Boveri (ABB) eigens für den Einsatz in

einem Elektrofahrzeug entwickelt wurde. Die gegenüber herkömmlichen Bleibatterien dreifach höhere Energiedichte stellt einen echten Fortschritt dar, denn erstmals gibt es eine realistische Perspektive, die spezifischen Nachteile des Elektroantriebs wie Batteriegewicht und Platzbedarf zu verringern. Daneben werden sämtliche Komponenten des Elektroantriebs erprobt und weiterentwickelt. Zu diesem Zweck errichtet BMW einen speziellen Prüfstand mit integriertem Leistungsrechner.

Ebenfalls neu ist ein elektronisches Antriebsmanagement, das die Aufladung an der Steckdose, den Energiefluss zwischen Motor und Batterie sowie den Thermohaushalt des Systems regelt und kontrolliert. Die komplette Steuerungselektronik ist in einem kompakten Komponententräger neben dem Motor platziert. Mit dem elektrisch angetriebenen BMW 3er entschließt sich die Projektleitung zum ersten Mal für eine externe Erprobung im Alltagseinsatz. So beweist ein BMW 3er touring seine Praxistauglichkeit im Zustelldienst der Bundespost, andere Versuchsfahrzeuge bewähren sich als Stadtautomobile bei Landesbehörden und Kommunen. Nicht zuletzt deshalb sind die Testwagen mit einer Diesel-Warmwasseraufbereitung für die Innenraumheizung ausgerüstet.

BMW 325iX (1987-1990): Technische Daten	
Motor	Gleichstrom-Nebenschluss-Motor (ABB)
Dauer-/Spitzenleistung	17 kW / 22 kW
Energiespeicher	Natrium-Schwefel-Hochenergiebatterie
Kapazität	22 kWh
Gewicht	265 kg
Fahrleistungen (ca.)	
Höchstgeschwindigkeit	100 km/h
Beschleunigung 0-50	9 sec
Reichweite Stadtverkehr	150 km

BMW E1 und E2 (1991–1993)

Ermutigt durch die positiven Erfahrungen mit der neuen NaS-Batterie wird die BMW Technik GmbH mit der Entwicklung eines eigenständigen Elektromobils beauftragt. Ziel ist es, die

Presse-Information
Datum 10. Dezember 2012
Thema 40 Jahre Elektromobilität bei der BMW Group.
Seite 6

Vor- und Nachteile des Elektroantriebs im praktischen Einsatz zu erkunden. Zu den Vorgaben zählen alltagsgerechte Fahrleistungen, eine akzeptable Reichweite, genügend Platz für vier Personen plus Gepäck sowie hohe Sicherheitsstandards bei möglichst geringem Gewicht. Das Ergebnis wird der Öffentlichkeit nach nur zehn Monaten Entwicklungszeit auf der IAA 1991 in Frankfurt präsentiert: Es ist der BMW E1, ein Citymobil mit kompakten Maßen von L/B/H 3.460/1.648/1.500 Millimeter, langem Radstand (2.325 mm) und einem variablen Innenraum.

Noch heute, 20 Jahre später, lesen sich viele Details wie die Beschreibung aktueller Technik. So weist die konsequent auf Leichtbau getrimmte Karosserie eine hochstabile Struktur aus Aluminium-Strangpressprofilen und eine Außenhaut aus überwiegend recyclingfähigem Kunststoff auf. Front- und Heckklappe bestehen aus Alu.

Die 200 Kilogramm schwere Hochenergiebatterie befindet sich in einem Sicherheitsrahmen unter den Rücksitzen, während der eigens entwickelte Elektromotor samt Getriebe in die Hinterachse integriert ist. Ein neues Elektronik-Konzept mit zwei Hauptmodulen übernimmt die intelligente Steuerung aller elektrischen Komponenten, deren Abwärme für die Innenraumheizung genutzt wird. An der Steckdose sind die Batterien nach nur sechs Stunden wiederaufgeladen, an einer speziellen Ladesäule benötigt der Vorgang nur noch zwei Stunden. Mit Reichweiten von bis zu 160 Kilometer in der Stadt deckt der BMW E1 auch den Einzugsbereich von Ballungszentren ab.

In einer zweiten Entwicklungsstufe, die 1993 ebenfalls auf der IAA vorgestellt wird, ist der BMW E1 mit einem neuen Energiespeicher auf Basis von Natrium-Nickelchlorid (NaNiCl_2) ausgerüstet. Die „Zebra“-Batterie stellt einen weiteren Schritt nach vorn dar, weil nicht nur die Haltbarkeit, sondern auch Reichweite und Fahrleistungen verbessert werden können. Zudem ist der Antrieb des BMW E1 so effizient ausgelegt, dass die beim Verzögern generierte Energie automatisch in die Batterie zurückgespeist wird. Schon ein Jahr zuvor hatte BMW auf der Los Angeles Motor Show den E2 präsentiert. Die Studie auf Basis des ersten BMW E1 war in Dimensionierung und Leistung speziell auf den US-amerikanischen Markt zugeschnitten.

BMW E1, 1./2. Generation (1991-1993): Technische Daten	
Motor	Permanent erregter Wechselstrom-Drehfeldmotor
Dauerleistung	32 kW
Energiespeicher	Natrium-Schwefel-Hochenergiebatterie / Natrium-Nickelchlorid-Hochenergiebatterie
Kapazität	19,2 kWh / 19 kWh
Gewicht	200 kg
Fahrleistungen (ca.)	
Höchstgeschwindigkeit	120 km/h / 125 km/h
Beschleunigung 0-50	6 sec / 5,6 sec
Reichweite Stadtverkehr	150 km

BMW 325 / BMW electric (1992–1997)

Auf Basis der dritten Generation des BMW 3er entstehen ab Anfang der 1990er Jahre rund 25 Versuchsträger, mit denen neue Komponenten getestet und optimiert werden, um die elektrische Antriebstechnik weiter in Richtung Serienreife zu entwickeln. Die erste Generation dieser Prototypen nimmt mit acht Fahrzeugen am weltweit größten öffentlichen Feldversuch auf der Insel Rügen teil. Dabei handelt es sich um ein gemeinschaftliches Forschungsprojekt verschiedener Hersteller, das vom Bundesministerium für Forschung und Technologie unterstützt wird. Sechs weitere Versuchsfahrzeuge werden in den Fuhrpark der bayerischen Staatsregierung integriert. Probleme im Umgang mit den Natrium-Schwefel-Batterien führen 1993 zur Umrüstung auf die aus dem BMW E1 bekannten Natrium-Nickelchlorid-Speicher. Ein BMW 325 der Rügen-Flotte wird mit einer Nickel-Cadmium-Batterie (NiCd) ausgerüstet. Im Rahmen der Entwicklung werden bis zu 45 kW starke Elektromotoren eingesetzt, die inklusive Getriebe nur noch 65 Kilogramm wiegen. Fortschritte sind auch bei der Speichertechnik zu verzeichnen: Per Schnellladung erreichen die Batterien nach nur 40 Minuten 75 Prozent ihrer Kapazität. Schließlich gelingt es den Ingenieuren, im Fahrbetrieb bis zu 20 Prozent der elektrischen Energie durch Rekuperation zurückzugewinnen.

Die Erprobung verschiedener Motoren, Getriebe und Energiespeicher liefert zwischen 1992 und 1996 große und detaillierte Datenmengen und damit wichtige Aufschlüsse für die weitere Entwicklung. So entstehen zwischen 1995 und 1997 zehn weitere Versuchsträger der zweiten Generation, die erhebliche Verbesserungen in Sachen Fahrleistungen und Reichweite aufweisen. Die auffällig gelb lackierten „BMW electric“ werden überwiegend von den BMW Fachbereichen eingesetzt.

BMW 325 / BMW electric (1992-1997): Technische Daten	
Motor	Permanent erregter Wechselstrom-Drehfeldmotor
Dauerleistung	32 kW / 45 kW
Energiespeicher	Natrium-Nickelchlorid- Hochenergiebatterie
Kapazität	21,7 kWh / 29 kWh
Gewicht	260 kg /350 kg
Fahrleistungen (ca.)	
Höchstgeschwindigkeit	128 km/h / 135 km/h
Beschleunigung 0-50	8 sec / 6 sec
Reichweite Stadtverkehr	120 km / 150 km

MINI E (seit 2008)

Mit dem 2008 erstmals präsentierten Mini E bringt die BMW Group eine Flotte von über 600 rein elektrisch betriebenen Fahrzeugen für die private Nutzung im Alltagsverkehr zum Einsatz. Das E-Mobil wird im Rahmen eines breit angelegten Pilotprojekts an ausgewählte Privat- und Firmenkunden zunächst in den USA und dann auch in Europa ausgeliefert. Mit dem MINI E erreicht die Entwicklung von Lithium-Ionen-Akkus für Automobile eine neue Stufe, denn Leistungsfähigkeit, Speicherkapazität und Abmessung stehen bereits in einem sehr günstigen Verhältnis. Erstmals wird den Kunden eine Spezial-Ladestation, die sogenannte Wallbox, zur Verfügung gestellt, an der die Energiespeicher binnen zweieinhalb Stunden vollständig gefüllt werden können. Fahrleistungen, Reichweite und Alltagstauglichkeit des MINI E tragen in den Folgejahren dazu bei, Interesse und Akzeptanz für elektrische Antriebskonzepte weiter zu steigern.

Die Auswertung der im Alltag gewonnenen Erkenntnisse fließt unmittelbar in den Entwicklungsprozess von Serienfahrzeugen ein, zumal die BMW Group ein Megacity Vehicle (MCV) für großstädtische Ballungsräume bereits klar projiziert hat.

MINI E (2008): Technische Daten	
Motor	Asynchronmaschine
Leistung	150 kW
Energiespeicher	Lithium-Ionen-Batterie
Kapazität	35 kWh
Gewicht	260 kg
Fahrleistungen (ca.)	
Höchstgeschwindigkeit	152 km/h
Beschleunigung 0-100	8,5 sec
Reichweite	250 km

BMW ActiveE (seit 2010)

Nur ein gutes Jahr nach Vorstellung des Mini E vollzieht die BMW Group mit der Weltpremiere des BMW Concept ActiveE Anfang 2010 einen weiteren Schritt in Richtung emissionsfreies Serienfahrzeug. Denn im BMW ActiveE, der auf dem BMW 1er Coupé basiert, werden bereits die Antriebskomponenten und Energiespeicher des zukünftigen Megacity Vehicle (MCV) im Vorserienstadium erprobt. Zu diesem Zweck geht 2011 eine Testflotte von über 1.000 Fahrzeugen an den Start. Mit einer Leistung von 125 kW und einem maximalen Drehmoment von 250 Newtonmetern beschleunigt der BMW ActiveE in nur neun Sekunden von null auf 100 km/h. Dabei ermöglicht der neu konzipierte Lithium-Ionen-Akku eine Reichweite von rund 160 Kilometer im Alltagsbetrieb. In der Zwischenzeit kündigt die BMW Group an, das MCV unter der neuen Submarke BMW i von 2013 an auf den Markt zu bringen. Im BMW ActiveE sind die elektrischen Vorserien-Komponenten in teils identischer, teils ähnlicher Auslegung integriert, ohne das Raumangebot des kompakten BMW 1er Coupé einzuschränken. Elektromotor, Getriebe und Leistungselektronik sind dabei vollständige Eigenentwicklungen der BMW Group.

Presse-Information
Datum 10. Dezember 2012
Thema 40 Jahre Elektromobilität bei der BMW Group.
Seite 10

BMW ActiveE (2010): Technische Daten	
Motor	Permanent erregte Hybridsynchronmaschine
Leistung	125 kW
Energiespeicher	Lithium-Ionen-Batterie
Kapazität	32 kWh
Gewicht	450 kg
Fahrleistungen (ca.)	
Höchstgeschwindigkeit	145 km/h
Beschleunigung 0-100	9 sec
Reichweite Stadtverkehr	160 km

Den technischen Fortschritt, den die BMW Group in wenigen Jahren erzielt hat, zeigt ein Vergleich mit dem MINI E: Im künftigen BMW i3 nimmt der Elektroantrieb bei gleicher Leistung rund 40 Prozent weniger Raum ein als im Erprobungsträger von 2008.

Bitte wenden Sie sich bei Rückfragen an:

Michael Ebner
BMW Group
Konzernkommunikation und Politik
Leiter Kommunikation Österreich

BMW Austria GmbH
Siegfried-Marcus-Strasse 24
5020 Salzburg
Tel. +43 662 8383 9100

BMW Motoren GmbH
Hinterbergerstrasse 2
4400 Steyr
Tel. +43 7252 888 2345
mail: michael.ebner@bmwgroup.at

Presse-Information
Datum 10. Dezember 2012
Thema 40 Jahre Elektromobilität bei der BMW Group.
Seite 11

Die BMW Group

Die BMW Group ist mit ihren Marken BMW, MINI, Husqvarna Motorcycles und Rolls-Royce einer der weltweit erfolgreichsten Premium-Hersteller von Automobilen und Motorrädern. Als internationaler Konzern betreibt das Unternehmen 29 Produktions- und Montagestätten in 14 Ländern sowie ein globales Vertriebsnetzwerk mit Vertretungen in über 140 Ländern.

Im Geschäftsjahr 2011 erzielte die BMW Group einen weltweiten Absatz von rund 1,67 Millionen Automobilen und über 113.000 Motorrädern. Das Ergebnis vor Steuern belief sich auf 7,38 Mrd. Euro, der Umsatz auf 68,82 Mrd. Euro. Zum 31. Dezember 2011 beschäftigte das Unternehmen weltweit rund 100.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Seit jeher sind langfristiges Denken und verantwortungsvolles Handeln die Grundlage des wirtschaftlichen Erfolges der BMW Group. Das Unternehmen hat ökologische und soziale Nachhaltigkeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette, umfassende Produktverantwortung sowie ein klares Bekenntnis zur Schonung von Ressourcen fest in seiner Strategie verankert. Entsprechend ist die BMW Group seit acht Jahren Branchenführer in den Dow Jones Sustainability Indizes.

Facebook: <http://www.facebook.com/BMWGroup>
Twitter: <http://twitter.com/BMWGroup>
YouTube: <http://www.youtube.com/BMWGroupview>
Google+: <http://googleplus.bmwgroup.com>