

Bosch Automotive

Produktgeschichte im Überblick

Magazin zur Bosch-Geschichte
Sonderheft 2



BOSCH

Technik fürs Leben



Vorwort

Titelbild:

Bosch und Kraftfahrzeugtechnik sind voneinander untrennbar. Im Titelbild von 1955 wird die Zündanlage eines Opel Olympia Rekord mit Bosch-Prüftechnik getestet.

Mit dem Magnetzündapparat für Motorkutschen, der erstmals im Jahr 1898 an einen Kunden ausgeliefert wurde, können wir auf unseren ersten wesentlichen Meilenstein als Automobilzulieferer zurückblicken. Zahlreiche weitere prominente Meilensteine wie Dieseleinspritzpumpe, elektronische Benzineinspritzung Jetronic, Antiblockiersystem, Elektronisches Stabilitätsprogramm und Common Rail begleiteten unseren Weg zu einem global aufgestellten Automobilzulieferer mit einem breiten Spektrum an Systemen, Komponenten und Dienstleistungen für das Kraftfahrzeug. Unsere Produkte leisten heute wichtige Beiträge zur Reduzierung von Kraftstoffverbrauch und Schadstoffemissionen und zur Erhöhung von Sicherheit und Komfort des Autofahrens. Bosch-Technik ist in nahezu jedem Fahrzeug anzutreffen und hilft beispielsweise, das Fahrzeug in fahrdynamisch kritischen Situationen zu stabilisieren, automatisch den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug einzuhalten, Kraftstoff sparend zu einem Ziel zu navigieren und die Sicht bei Nacht zu verbessern.

Robert Bosch hat mit unternehmerischem Instinkt frühzeitig gute Ideen aufgegriffen und mit hohem technischen Gespür und kaufmännischem Geschick in qualitativ hochwertige und preiswerte Produkte umgesetzt. Die von ihm gelebten und formulierten Prinzipien prägen noch heute unser Unternehmen, unsere Werte und unser Handeln. Sie sind eine Orientierung, um die Herausforderungen der heutigen Zeit als Chance zu nutzen. In der Automobiltechnik sind dies beispielsweise die Wahrnehmung der Wachstumschancen in Asien, die Elektrifizierung des Antriebsstranges und damit einhergehend das Entstehen neuer Mobilitätskonzepte sowie der Trend zu kleineren Fahrzeugen.

Der Unternehmensbereich Kraftfahrzeugtechnik war und ist der Kern des heute auch in zahlreichen anderen Geschäftsfeldern tätigen Technologie- und Dienstleistungsunternehmens Bosch. In keinem anderen Bereich können wir auf eine so lange und vielfältige Geschichte zurückblicken. Über sie berichtet dieses Heft. Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre.

Ihr

Bernd Bohr

Mitglied der Geschäftsführung,

Vorsitzender des Unternehmensbereiches Kraftfahrzeugtechnik

Inhalt



- 4 Bon allumage!
Bosch wird Autozulieferer**
- 6 Funkengeber und Markenzeichen**
Die Bosch-Magnetzündung
- 14 „Endlich sichere Nachtfahrt!“**
Bosch-Lichtsysteme
- 20 Für jedes Wetter gewappnet**
Ausrüstung für den automobilen Alltag
- 28 Nicht nur für weichen Lauf:
Motorsteuerung von Bosch**
- 30 Von Schwerölpumpen zu
Piezo-Injektoren**
Bosch-Dieseleinspritzsysteme
- 38 Nicht nur Leistung zählt**
Bosch-Benzineinspritzsysteme
- 46 Elektrisch fahren übermorgen**
Alternative Antriebe von Bosch
- 50 Wie in Abrahams Schoß:
Sicherheit, Orientierung und
Komfort**
- 52 An jedem Hindernis vorbei**
Brems- und Chassissysteme
von Bosch
- 58 Das sensitive Auto**
Fahrerassistenzsysteme von Bosch
- 64 Entertainer, Stauberater,
Kurvenwarner**
Car Multimedia im Auto
- 70 Entwicklungsziel:
„Sicher, sauber, sparsam“**
- 72 Sicher, sauber, sparsam**
Das 3-S-Programm von Bosch
- 76 Was ist was?**
Erklärungen zu Automobil-
komponenten

Bild links:

Auto ohne Bosch?
Das gibt es nur bei
Spielzeugautos, wie
dieses Werbeplakat
von 1998 vermittelt.

Bild rechts:

Auto mit Bosch. Der
„Röntgenblick“ zeigt
die Vielfalt elektrischer,
elektronischer und
mechanischer Kompo-
nenten von Bosch in
einem Personenwagen.

Bon allumage! **Bosch wird Autozulieferer**

In der Frühzeit des Unternehmens testeten die Direktoren noch selbst. Von links nach rechts: Verkaufsleiter Gustav Klein, Entwicklungsleiter Gottlob Honold, Kaufmännischer Leiter Ernst Ulmer und Technischer Leiter Arnold Zähringer





Funkengeber und Markenzeichen

Die Bosch-Magnetzündung

Die Anfänge von Bosch als Automobilausrüster gehen bis 1887 zurück. In diesem Jahr fertigte der knapp 26-jährige Feinmechaniker und Elektrotechniker auf Kundenwunsch ein Produkt, das später im Automobil eine wichtige Rolle spielte: einen Magnetzündapparat für Stationärmotoren. 1897 montierte Bosch einen solchen Apparat an einem Motordreirad, um seine Alltagstauglichkeit in Fahrzeugen zu testen. Der wuchtige Apparat wurde zum Schlüsselprodukt des Unternehmens. Er machte Bosch zum Autozulieferer sowohl in Deutschland als auch international. Die Zündsysteme wurden weiterentwickelt und sind heute Teil komplexer Motorsteuerungen. Doch eines ist geblieben: Noch immer zündet ein elektrischer Funke das Kraftstoffgemisch und sorgt für das Laufen der Benzinmotoren.

Die Hochspannungsmagnetzündung mit Zündkerze war universell einsetzbar und machte Bosch auf einen Schlag sehr erfolgreich.



Die Magnetzündung basiert auf einem Doppel-T-Anker, der mit einer Drahtwicklung versehen ist. Er bewegt sich in einem Magnetfeld und erzeugt dadurch Strom. Robert Bosch ist keineswegs der Entdecker dieses Prinzips: Schon 1866 nutzte es Werner von Siemens in seiner Dynamomaschine. 1876 entwickelte Nicolaus August Otto auf dieser Basis die magnetelektrische Abschnappzündung. Er benötigte sie zur Erzeugung von Zündfunken bei seinen Viertaktmotoren. Neun Jahre später baute Robert Bosch auf Kundenwunsch erstmals einen Magnetzündapparat für einen Stationärmotor. Bei der Erprobung des Apparats stellte Robert Bosch jedoch fest, dass er





wenig alltagstauglich war. Deshalb verbesserte er den Magnetzündler erheblich, zum Beispiel durch die Verwendung robusterer Hufeisenmagnete. Diesem Auftrag folgten andere und nach rund fünf Jahren machten die Magnetzündler bereits etwa die Hälfte am Umsatz des jungen Unternehmens aus.

Magnetzündung im Automobil

Im Automobilbau, der damals noch in den Kinderschuhen steckte, erwies sich die Zündung jedoch als das „Problem der Probleme“, wie es der Autopionier Carl Benz formulierte. Die Glührohrzündung von Gottlieb Daimler war wegen der notwendigen offenen Flamme stets brand-

gefährlich. Die sichere Batteriezündung erlaubte dagegen nur wenige Dutzend Kilometer Aktionsradius, weil die Batterie schnell entladen war und es noch keine Generatoren an Bord gab, die während der Fahrt die Batterie wieder aufluden.

Im Jahr 1897 installierte Robert Bosch einen Magnetzündler an einem Kraftfahrzeugmotor. Dies war etwas völlig Neues. Kunde war der englische Ingenieur und Daimler-Aufsichtsrat Frederick Simms. Er bat Bosch, eine Magnetzündung an einem De Dion-Bouton-Motordreirad zu installieren. Robert Bosch stellte fest, dass der Magnetzündler in der bisherigen Konstruk-

Die funkende Zündkerze, von Lucian Bernhard 1912 entworfen, prägte wie kein anderes Motiv die Bosch-Werbung – auf Zündkerzenverpackungen bis in die 1970er Jahre.



Der Lastwagen Typ Daimler Phönix war das erste Kraftfahrzeug, das serienmäßig mit Bosch-Magnetzündung ausgerüstet war.

tion für diesen Motor nicht geeignet war. Die Zündung lieferte höchstens 200 Funken pro Minute, der kleine De Dion-Bouton-Motor erreichte aber 1800 Umdrehungen, benötigte also 900 Zündfunken.

Die Lösung für schnelle Motoren

Boschs Meister Arnold Zähringer fand die Lösung: Anstelle des schwerfälligen Ankers ließ er eine leichte um den Anker gelegte Metallhülse pendeln. Zähringers Entwicklung wurde für Bosch patentiert. Mit dem neuartigen Magnetzünder war ein gravierendes Problem der jungen Autoindustrie – die Zündung schnellaufender Verbrennungsmotoren in Kraftfahrzeugen – eigentlich gelöst. Schwachpunkt der Konstruktion blieb jedoch weiterhin das komplizierte Abreißgestänge, das benötigt wurde, um den Zündfunken im Verbren-

nungsraum zu erzeugen. Dieses Gestänge musste für jeden Motor neu konstruiert werden und war wartungsintensiv und störanfällig.

Hochspannung und Zündkerze

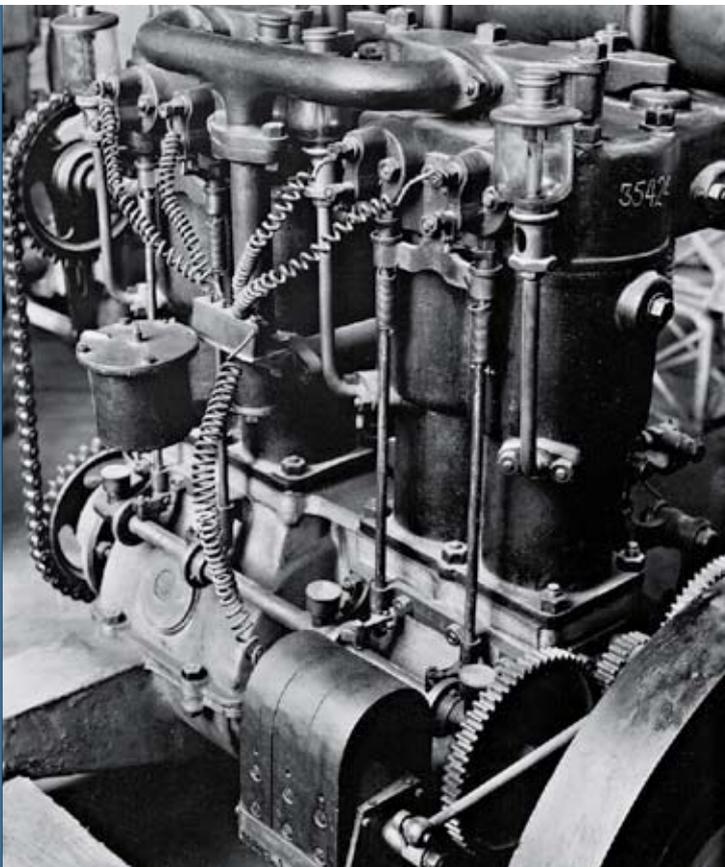
Aus diesem Grund beauftragte Robert Bosch im Sommer 1901 seinen Mitarbeiter Gottlob Honold mit der Konstruktion einer Magnetzündung ohne Abreißgestänge. Nach nur wenigen Monaten präsentierte Honold die Hochspannungsmagnetzündung, auch Lichtbogenzündung genannt. Sie erzeugte durch zwei Wicklungen auf dem Anker eine Hochspannung. Diese wurde über eine einfache Kabelverbindung an eine Zündkerze weitergeleitet, zwischen deren Elektroden der Strom in Form eines Funkens übersprang.

Die Zündkerze mit feststehenden Elektroden war als Konstruktion seit etwa 1860 bekannt. Beispielsweise Carl Benz verwendete bereits Zündkerzen für Ottomotoren, allerdings mit wenig Erfolg: Das Material der Isolierung wie auch der Elektroden erwies sich bei den Versuchen als ungeeignet. Honold entwickelte bessere Keramik für den Isolierkörper und eine hitzebeständige Legierung für die Elektroden. Damit erreichte die Magnetzündung einen technischen Stand, der ihren Erfolg garantierte.

Die Zündkerze selbst war eigentlich nur ein Nebenprodukt, das Bosch herstellen musste, um ein komplettes System anbieten zu können. Die Geschichte nahm eine interessante Wendung: Heute ist die

Magnetzündung selbst längst passé, dagegen fertigt Bosch immer noch Zündkerzen – jährlich über 300 Millionen Stück.

Die Magnetzündung etablierte sich schon vor dem Ersten Weltkrieg in Automobilen. Dank moderner Fertigungstechniken, wie der ab 1925 eingeführten Fließbandfertigung, wurde sie millionenfach auf hohem Qualitätsniveau hergestellt. Allerdings wurde in der Kraftfahrzeugindustrie der Ruf nach preiswerteren Zündsystemen lauter. Ein Magnetzündler für ein Automobil mittlerer Größe kostete um 1930 immerhin noch etwa 200 Reichsmark – das doppelte Monatsgehalt eines Bosch-Arbeiters und ein Zehntel eines Kleinwagens.



Spektakulärer Einsatz: Schon das erste Luftschiff LZ1 des Grafen Zeppelin im Jahr 1900 war mit Magnetzündung von Bosch ausgerüstet. Sie war das zuverlässigste Zündsystem und nicht feuergefährlich wie andere Zündanlagen.

Bild unten:

Camille Jenatzy auf Mercedes beim Gordon-Bennett-Rennen 1903 in Irland. Jenatzy siegte mit der Bosch-Zündung und prägte damit ihren Ruf, von besonders guter Qualität zu sein.

Günstiger mit Batteriezündung

Aus diesem Grund entwickelte Bosch die günstigere Batteriezündung ab 1920 weiter. Zwar gab es schon vor 1900 Zündsysteme, die mit Strom aus Batterien funktionierten. Weil aber damalige Akkumulatoren wenig Speicherkapazität hatten und während der Fahrt nicht aufgeladen werden konnten, war dieses Zündsystem nicht alltagstauglich. Dagegen arbeiteten Magnetzündsysteme unabhängig von jeder Stromquelle. Ihre Spannung erzeugten sie mithilfe der Bewegungsenergie des Motors, mit dem sie verbunden waren.

Ab 1910 war es dann aber technisch möglich, eine alltagstaugliche Batteriezündung zu produzieren. Die Lichtmaschinen, die Bosch seit 1913 fertigte, konnten verbrauchten Zündstrom während der Fahrt wieder ersetzen. So konnte Bosch dem Kundenbedürfnis nach günstigen Lösungen nachkommen. Das Unternehmen lieferte zunächst hauptsächlich für kleine Autos und Mittelklassewagen Batteriezündsysteme, die aus Zündspule, Zündverteiler und Zündkerzen nebst Kabeln bestanden. Die Zündspule baute die Hochspannung auf, der Verteiler gab die Zündenergie über



Meilensteine

1887	1897	1902	1908	1910	1921
Niederspannungsmagnetzündung für ortsfeste Motoren	Niederspannungsmagnetzündung für Kfz-Motoren	Hochspannungsmagnetzündung und Zündkerze	Summer-Zündspule	Zündverteiler	Lichtmagnetzündung

Kabel an die Zündkerzen ab, wo der Zündfunke an den Elektroden entstand. Den Strom lieferte das vorhandene Bordnetz mit Lichtmaschine und Batterie. Eines der ersten serienmäßig ausgerüsteten Automobile war ein 4-Zylinder-Personenwagen des Berliner Autoherstellers Nationale Automobil-Gesellschaft (NAG).

Batteriezündung setzt sich durch

Teure Gefährte der Marken Horch oder Maybach verfügten zunächst nach wie vor über Magnetzündungen, da bei diesen Wagen der Preis eines Zündsystems eine

untergeordnete Rolle spielte. Aber auch hier setzte sich die Batteriezündung bis Mitte der 1930er Jahre endgültig durch – schon 1930 besaßen 36 von 55 deutschen Autotypen eine Batteriezündung. Lediglich im Flugverkehr behielt die Magnetzündung ihre Königsrolle: Ihre Unabhängigkeit von jeglicher Stromquelle war das wesentliche Argument für die Wahl dieses Zündsystems. Die dominierende Rolle behielt die Magnetzündung bis zum Ende der großen Ära der Kolbenmotoren in Flugzeugen in den 1960er Jahren. Für Strahltriebwerke war sie nicht erforderlich.

Bild unten links:

International setzten Hersteller schon früh auf Bosch-Zündung, auch der legendäre US-amerikanische Motorradhersteller Indian (1921).

Bild unten rechts:

Die Werbefigur des „roten Teufels“, des stilisierten Rennfahrers Camille Jenatton, warb auch markenbezogen, hier für Ford (1917).



1925	1926	1932	1932	1964	1965
Batteriezündung	Lichtbatterie-zündung	Lichtanlass-zünder	Schwunglicht-magnetzündung	Kontaktgesteuerte Transistorzündung (TSZ)	Kontaktgesteuerte Hochspannungs-Kondensator-zündung (HKZ)



Neue Zündsysteme

Auch bei den Zündsystemen fürs Auto ging die Entwicklung weiter. In den 1950er Jahren wurden im Automobilgeschäft die ersten Halbleiterbausteine serienmäßig eingesetzt, die Urahnen heutiger Elektronikkomponenten. Bosch hatte 1958 das erste Halbleiterbauteil in einem Erzeugnis eingebaut – einen Variodenregler für eine Lichtmaschine. Und 1964 war es auch bei der Zündung mit Transistoren so weit. Sie ermöglichten eine wartungsfreie Zündung. Im Vordergrund stand dabei der Wunsch, die Wartungsintervalle zu vergrößern und Autos langfristig bis zu einer Fahrleistung von 100 000 Kilometern ohne größere Eingriffe betreiben zu können – bis auf Unerlässliches natürlich wie etwa einen Ölwechsel. Der Anfang war gemacht: Das Wechseln von Zündkontakten gehörte nunmehr der Vergangenheit an.

Gleichzeitig war der Grundstein gelegt für die Entwicklung elektronischer Zündsysteme, die heute nicht nur wartungsfrei sind, sondern durch ihre präzise Steuerung strengste Abgaswerte einhalten und den Benzinverbrauch eines Automobils deutlich senken.

Die Transistorzündung war ein erster Schritt dahin. Es folgte eine Variante, bei der der mechanische Kontakt durch einen elektronischen Impulsgeber ersetzt wurde, den so genannten Hallgeber. Nunmehr entfiel der verschleißträchtige Kontakt im Zündverteiler. Heute wird die Hochspannung in der Regel von Einzelspulen erzeugt, die die Energie direkt an die Zündkerzen weitergeben. Doch eines bleibt konstant: Ohne den Zündfunken, den Bosch ins Auto brachte, läuft auch heute noch kein Ottomotor.

1974	1979	1982	1983	1987	1989
Wartungsfreie, kontaktlos gesteuerte Transistorzündung (TSZ-i)	Motronic (Kombination aus Benzineinspritzung „L-Jetronic“ und elektronischer Zündung)	Elektronische Kennfeldzündung	Elektronisches Zündsystem mit Klopfregelung	Elektronische Zündung mit adaptiver Klopfregelung	Motronic mit 16-bit Mikroprozessor

**Bild ganz links:**

Die Junkers W 33, eingesetzt für die erste Ost-West Atlantiküberquerung durch von Hünefeld, Köhl und Fitzmaurice (1928), war mit Bosch-Magnetzündung ausgerüstet.

Bild links:

Beliebt bei allen Berufskraftfahrern war das „Bosch-Bereitschaftsset“, das Ersatzzündkerzen und -zündkontakte enthielt (1955).

Bosch-Zündsysteme

Die Anfänge

Das Prinzip der Magnetzündung ist seit 1866 bekannt. Sie war zunächst für große Stationärmotoren ausgelegt und wurde von Bosch erstmals 1887 hergestellt. Die Anwendung im Automobil erfolgte erstmals 1897.

Die Entwicklungsgeschichte

Die Magnetzündung war bis etwa 1930 die Standardzündung im Automobil: zuverlässig, langlebig und universell in allen gängigen Motoren einsetzbar. Ab 1925 wurde sie durch preisgünstigere Systeme mit Batteriestrom verdrängt. Die Batteriezündung ist auch heute noch Basis aller Automobilzündsysteme.

Die Funktion

Entzündung des Benzin-Luft-Gemisches im Motorraum. Auslösung des entzündenden Funkens anfänglich durch Abriss in einem Stromkreis, später mit Funkenübersprung durch Hochspannungsstrom zwischen zwei Elektroden einer Zündkerze.

Der erste Einsatz

Ab 1887 an Stationärmotoren, versuchsweise an einem De Dion-Bouton-Motordreirad im September 1897, ab 1898 im Daimler Lkw Typ Phönix.

Die Gegenwart

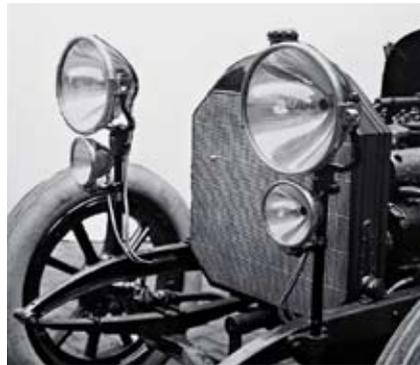
Zündsysteme von Bosch sind heute Teil elektronischer Motorsteuerungen für Benzinmotoren. Diese Systeme – genannt „Motronic“ – regeln Einspritzvorgang und Zündung mit einem zentralen Steuergerät. Der Produktbereich gehört heute zum Geschäftsbereich Gasoline Systems (GS).

1989	1996	1998	2001	2004	2007
Ruhende Hochspannungsverteilung	Motronic in Mikrohybridbauweise	Zylinderkopfmodule mit komplettem integriertem Zündsystem	Stabspule	Stabspule Mini Compact	Stabspule Power Mini Compact

„Endlich sichere Nachtfahrt!“ Bosch-Lichtsysteme



Fotoaufnahme mit Bosch
Suchscheinwerfer für
Werbezwecke (1925)



Bis 1913 hatte Bosch fast ausschließlich Zündsysteme produziert. Diese einseitige Orientierung war ein hohes unternehmerisches Risiko. Gleichzeitig änderte sich der Automarkt – aus Luxusgefährten und Sportwagen wurden Gebrauchsgegenstände. Robert Bosch erkannte die günstigen Aussichten, elektrische Beleuchtung im Auto zu etablieren. Die Entwicklungsarbeiten starteten 1910, und 1913 war das „Bosch-Licht“ serienreif. Es bestand aus Scheinwerfern, Lichtmaschine, Batterie und Reglerschalter. Dieses Lichtsystem bahnte Bosch den Weg zum universellen Automobilzulieferer und legte die Basis für heutige Bordnetze.

Magnetzündung, Zündkerze und Bosch-Öler waren die einzigen Erzeugnisse, die Bosch 1912 herstellte. Damals hatte das Unternehmen schon über 4000 Mitarbeiter und erwirtschaftete auf allen Kontinenten einen Umsatz von rund 33 Millionen Mark, davon über 83 Prozent außerhalb Deutschlands – ein Jahr später bereits 88 Prozent. Robert Bosch entging jedoch nicht, dass diese schmale Produktbasis für ein Unternehmen dieser Größe kein dauerhafter Zustand bleiben durfte. Die einseitige Konzentration auf den Hauptumsatzträger Magnetzündung machte die Zukunftsaussichten unberechenbar – etwa für den Fall eines Systemwechsels in der Autoindustrie

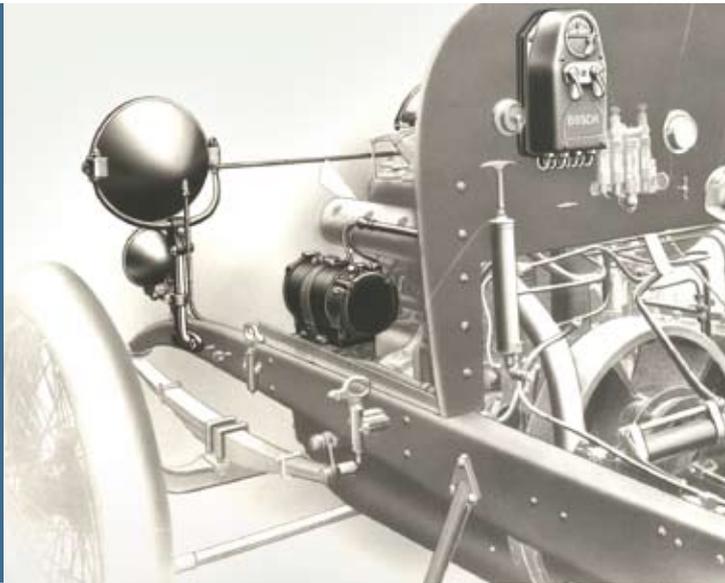
zum Diesel- oder Elektroantrieb, die beide die Magnetzündung überflüssig gemacht hätten.

Eine drängende Aufgabe

Viele Gründe sprachen für die rasche Serienentwicklung der elektrischen Beleuchtung: Erstens wurden Kraftfahrzeuge nach 1910 vielfach auch gewerblich genutzt und mussten jederzeit, bei Tag und Nacht, einsatzbereit sein. Zweitens war elektrische Beleuchtung auf dem weltweit größten Automobilmarkt – den USA – schon Standard. Drittens schufen Vorschriften, wie die Pflicht zur Ausstattung von Kraftfahrzeugen mit zwei Frontlichtern

Oben von links nach rechts:

Meilensteine einer Evolution. Bosch-Scheinwerfer an der Spritze eines Feuerwehrgagens (1919), an einem Horch (1924) und an einem Opel Olympia Rekord (1957)



Das „Bosch-Licht“ bestand aus Scheinwerfern, Lichtmaschine und Batterie sowie einem Regler. Es bildete die Basis für das heutige elektrische Bordnetz im Automobil.

in Deutschland ab 1909 und ähnliche Gesetze in den Nachbarländern, die Basis für eine zügige Verbreitung auch in Europa. Und viertens taugten die damals üblichen Karbid- und Azetylbeleuchtungen kaum für den Alltagsbetrieb. Ihre Lichtausbeute war deutlich schwächer als die des elektrischen Lichts; zudem musste der Fahrer die Flamme in einer umständlichen Prozedur entzünden und löschen.

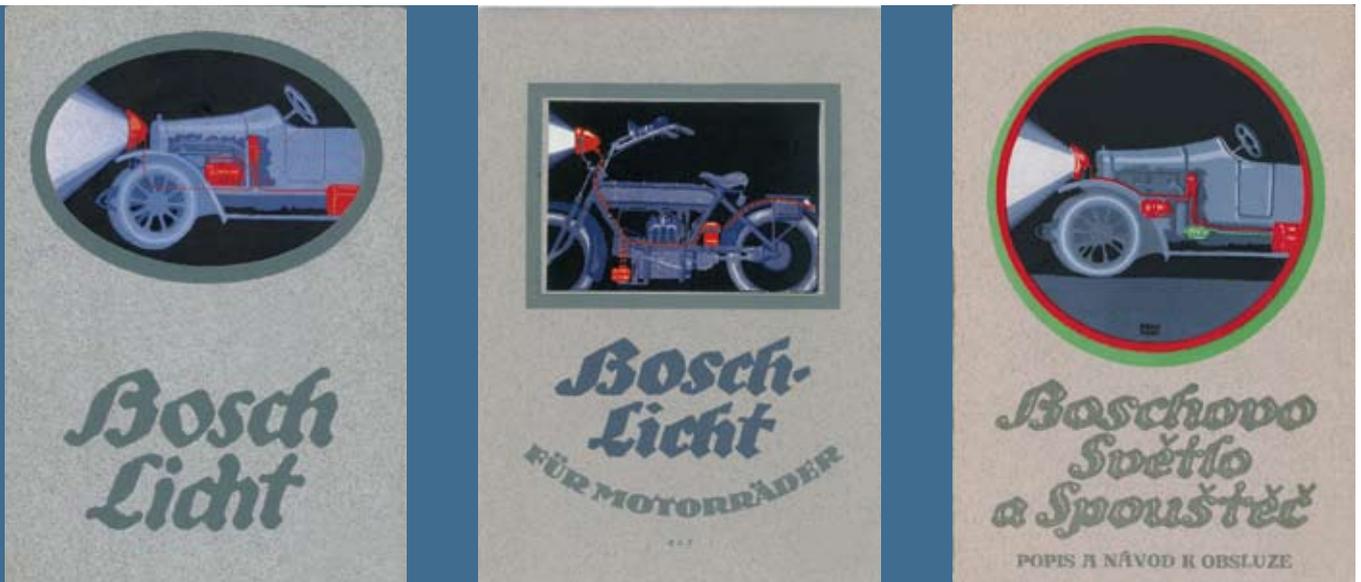
Bosch als Systemanbieter

Elektrisches Licht benötigte Strom, und den konnte eine Batterie nur für kurze Zeit liefern. Boschs Idee war folgende: Ein Dynamo, die so genannte Lichtmaschine, erzeugte laufend genügend Energie und lieferte diese an einen Speicher, die Batte-

rie. Diese versorgte die Verbraucher, die Scheinwerfer, mit Strom. Herz des Systems war also die Lichtmaschine für die Stromproduktion, die auch heute noch die Basis für das elektrische Bordnetz im Automobil ist. Den Scheinwerfer, die Lichtmaschine und den Lichtmaschinenregler (damals noch „Reglerkasten“ genannt) stellte Bosch selbst her. Die Batterie wurde zunächst von anderen Herstellern zugekauft, ab 1922 aber im eigenen Unternehmen gefertigt. Das „Bosch-Licht“ war für Bosch ein bemerkenswerter Schritt. Hatte man bisher Einzelkomponenten wie Magnetzündapparate angeboten, so war das „Bosch-Licht“ ein komplettes System, das dem Kunden das mühsame Zusammenkaufen von Einzelprodukten ersparte. Er bekam ein System

Meilensteine

1913	1930	1935	1935	1939	1952
Bosch-Licht, bestehend aus Scheinwerfer, Lichtmaschine und Reglerschalter	Nebelscheinwerfer	Weitstrahler	Einbauscheinwerfer	Scheinwerfer-einstellgerät	Quartzbedampfte Scheinwerferspiegel



aus einer Hand und konnte sich darauf verlassen, dass alle Komponenten optimal aufeinander abgestimmt waren. Es ist geradezu visionär, dass dieser Systemgedanke, der für Bosch als Autozulieferer heute essenziell ist, schon 1913 so weit durchdacht war.

Komplettprogramm und Neuerungen

Nach 1921 ergänzte Bosch das inzwischen sehr erfolgreiche Programm auch um maßgeschneiderte Angebote für Motorräder, ab 1923 sogar für Fahrräder. Es folgten in den 1930er Jahren weitere Spezialanwendungen wie Nebelscheinwerfer, Weitstrahler, Rückleuchten und Bremsleuchten. Bosch entwickelte sich zum weltweit führenden Hersteller von Fahrzeugbeleuch-

tung und brachte heute selbstverständliche Neuerungen auf den Markt: das Abblendlicht, das die Straße gut ausleuchtet ohne den Gegenverkehr gefährlich zu blenden; Einbauscheinwerfer, die optisch perfekt und aerodynamisch günstig in die Wagenfront integriert waren; asymmetrisches Licht, das die eigene Fahrbahn stärker beleuchtete als die Gegenfahrbahn und dadurch den Gegenverkehr noch weniger blendete; Halogenscheinwerfer mit ihrer 50 Prozent höheren Lichtausbeute als Bilux-Lampen und schließlich die Litronic für Gasentladungslampen, ein elektronisch gesteuertes System mit höherer Lichtausbeute, geringerem Energieverbrauch und längerer Lebensdauer.

Bilder oben von links nach rechts:

Prospekte des „Bosch-Lichts“ mit den Werbemotiven des Stuttgarter Künstlers Lucian Bernhard unterstreichen die frühe Bedeutung des internationalen Geschäfts für Bosch.

1957	1957	1966	1971	1986	1991
Abblend-, Fern-, Stand- und Parklicht, sowie Blinker in einer Baueinheit	Scheinwerfer für asymmetrisches Abblendlicht	Scheinwerfer mit Halogenlicht H1	Scheinwerfer mit H4-Zweifadenlampe	Polyellipsoid-Scheinwerfer	Litronic-Scheinwerfersystem mit Gasentladungslampe



Bild oben:

Die Lichtausbeute verbesserte Bosch auch mithilfe umfangreicher Tests im Lichtkanal (1930).

Ende einer langen Ära

Im Jahr 1999 brachte Bosch seinen Geschäftsbereich Lichttechnik in die Automotive Lighting GmbH ein, ein Joint Venture mit der italienischen Magneti Marelli S.p.A. Bosch zog sich bis 2003 schrittweise aus diesem Gemeinschaftsunternehmen zurück. Was bleibt vom „Bosch-Licht“ des Jahres 1913? – Sicherlich die Lichtmaschine.

Sie ist Teil der Infrastruktur des Bordnetzes, das den Betrieb elektrischer Verbraucher erst ermöglicht – von der Airbagsteuerung bis zur Zündung. In anderen Produktbereichen sorgt Bosch im Übrigen auch heute noch für gute Sicht: Mit dem Fahrerassistenzsystem „Night Vision“ etwa können Autofahrer bei Dunkelheit durch Infrarottechnik Hindernisse früher sehen als durch herkömmliches Fahrlicht.

1993	1995	1996	1998
Scheinwerfer mit homogener Reflektorfläche	Scheinwerfer mit variabler Lichtverteilung	Dynamische Leuchtweitenregulierung	Bi-Litronic für Abblend- und Fernlicht

Bosch-Lichtsysteme

Die Anfänge

„Bosch-Licht“, elektrisches Beleuchtungssystem aus Scheinwerfer, Lichtmaschine, Regler und Batterie, seit 1913 auf dem Markt. Ersatz für damals übliche wartungsintensive und relativ schwache Karbid- und Azetylbeleuchtung.

Die Entwicklungsgeschichte

Für den Alltagseinsatz benötigten Kraftfahrzeuge eine zuverlässige Beleuchtung. Das elektrische System von Bosch setzte sich schnell durch. Bosch entwickelte Rückleuchten, Positionsleuchten, Nebellampen, später auch maßgeschneiderte Beleuchtungssysteme für alle gängigen Fahrzeugmodelle.

Die Funktion

Die Batterie wird aus einer Lichtmaschine gespeist, deren Strom dynamoelektrisch mithilfe der Kurbelwellendrehung des laufenden Motors erzeugt wird.

Der erste Einsatz

Entwicklung seit 1910, erster Serieneinsatz bei Automobilen 1913, bei Motorrädern seit 1921, Licht für Fahrräder seit 1923.

Die Gegenwart

Lichtmaschinen heißen heute Generatoren und werden in mehreren Werken millionenfach produziert. Dieses Produktfeld gehört heute zum Bosch-Geschäftsbereich Starter Motors and Generators (SG). Der Bosch-Geschäftsbereich Lichttechnik, der Scheinwerfer und Leuchten produzierte, wurde 2001 in das Joint Venture „Automotive Lighting GmbH“ (AL) eingebracht, das seit 2003 zu 100 Prozent zur Magneti Marelli S.p.A. (Mailand/Italien) gehört.

Bild unten links:

Integrierte Scheinwerfer standen um 1950 für Modernität. Der Volkswagen „Käfer“ im Bild trug alle Statussymbole vorn: Nebelscheinwerfer und gleich zwei Starktonhörner von Bosch.

Bild unten rechts:

Das Gasentladungs-Lichtsystem „Litronic“ war ab 1991 in der 7er Baureihe von BMW zu haben. Zweieinhalbmal heller als Halogenlicht und mit einer Lichtfarbe, die in etwa dem Tageslicht entspricht, sorgte es für bessere Ausleuchtung und damit mehr Verkehrssicherheit.



Für jedes Wetter gewappnet

Ausrüstung für den automobilen Alltag



Im Jahr 1900 bot Robert Bosch zwölf verschiedene Produkte für Kraftfahrzeuge an, allesamt Varianten des Magnetzünders für Kraftfahrzeuge. 100 Jahre später waren es über 355 000 Produktvarianten. Diese Breite ist Boschs Antwort auf die steigende Vielfalt unterschiedlicher Fahrzeugtypen und die Ansprüche der Kunden an eine zeitgemäße Fahrzeugausstattung. Die Magnetzündung war der Anfang auf dem Weg zum Automobilzulieferer. Doch erst mit dem „Bosch-Licht“ von 1913 war die Stromversorgung durch Batterie und Lichtmaschine gewährleistet. Es war die Basis für ein elektrisches Bordsystem, an das noch viele andere Komponenten wie Anlasser, Horn, Scheibenwischer, Winker und Wagenheizer angeschlossen werden konnten.

Nach Magnetzündung und elektrischer Beleuchtung waren die Weichen gestellt. Bosch baute seine Kompetenz als Automobilzulieferer Schritt für Schritt aus. Markantes Beispiel für diesen Prozess ist der elektrische Anlasser, der sich in den USA schon ab 1910 rasch verbreitete. Automobile wurden dort teilweise schon serienmäßig mit ihm ausgerüstet. Ein vielversprechendes Konzept war der Freilaufanlasser des amerikanischen Herstellers Rushmore. Bosch kaufte die Firma 1914 mit allen Rechten zur Herstellung solcher Anlasser. Aus der überzeugenden Idee wollte Bosch ein qualitativ gutes, preiswertes und in großen Stückzahlen herstellbares Produkt entwickeln. Später konstruierte Bosch auch andere Anlasertypen, aber zunächst ging es nur um einen möglichst schnellen Einstieg in dieses Geschäftsfeld.

Elektrische Anlasser waren eine ungeheure Erleichterung für Autofahrer. Erstens wurde dem Fahrer das schweißtreibende Ankurbeln des Wagens erspart. Zweitens nahm nach 1900 die Zahl von „Selbstfahrern“ deutlich zu, die nur dem Chauffeur, aber nicht sich selbst diese Arbeit zumuten wollten. Und drittens barg das Ankurbeln eines Automobils das Risiko, dass die Anlasserkurbel in Gegenrichtung des Drehens zurückschlug. Der sogenannte „Kurbelrückschlag“ führte zu zahlreichen tödlichen Unfällen. Der elektrische Anlasser hingegen ließ sich anfänglich mittels Fußschalter betätigen, später durch einen einfachen Fingerdruck. Er war also eine Neuerung mit Zukunft.

Bild links:

Mit diesem Mercedes 170 erprobten Techniker Fahrzeugbeleuchtung, Signalinstrumente wie Blinker und Winker sowie elektrische Hörner (1954).

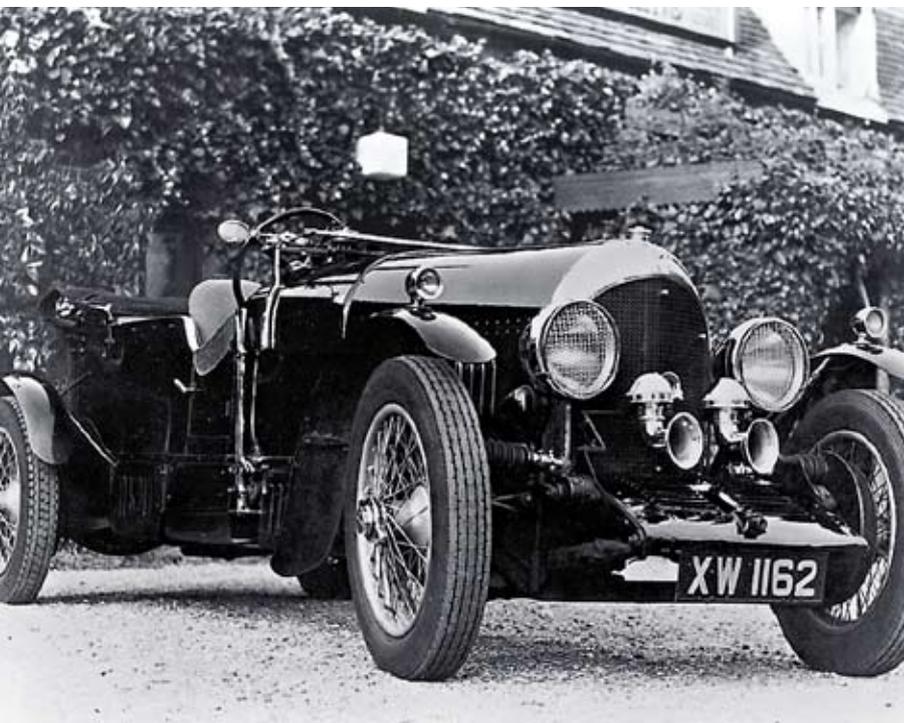
Motorisierung schafft Bedarf

Der Anlasser ist prototypisch für viele Produkte, die Bosch in der Zeit zwischen dem Ersten Weltkrieg und der ersten Krise in der Kraftfahrzeugindustrie 1926 auf den Markt brachte. Sie setzten an den Stellen an, an denen die zunehmende Motorisierung Defizite bei Handhabung und Sicherheit aufdeckte. Und überall dort suchte Robert Bosch nach neuen Ideen, die er weiterentwickeln ließ oder die im Hause selbst ersonnen und zur Serienreife gebracht wurden. Das handbetriebene Abstreiflineal des Prinzen Heinrich von Preußen wurde zum elektrischen Scheibenwischer, das Horn ersetzte die Ballhupe, der Wagenheizer Taschenöfen und lange Unterhosen im Winter, und der Winker – ab 1949 der Blinker – den aus dem Wagenfenster gestreckten Arm des Chauffeurs.

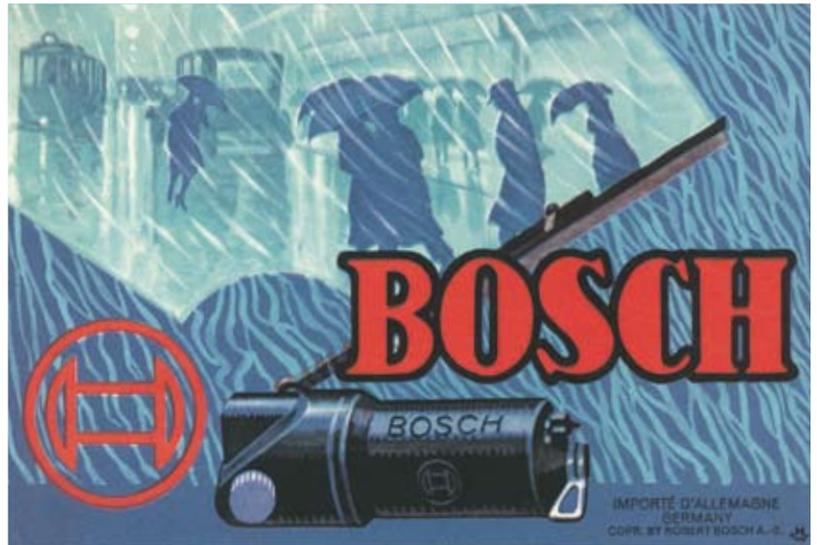
Viele dieser Produkte wie Horn, Wischer und Winker gehen auf Gottlob Honold zurück, der auch die Hochspannungsmagnetzündung entwickelt hatte. Er war der erste Entwicklungschef im Unternehmen und baute eine Abteilung auf, deren Bedeutung Bosch früh erkannte. Aus ihr entstand der heutige Bereich Forschung und Entwicklung. Heute arbeiten bei Bosch in Forschung und Entwicklung insgesamt rund 33000 Menschen.

Motorsteuerung für Diesel und Benzin

Die dominierende Produktparte bis in die 1920er Jahre waren elektrische Komponenten. Doch Bosch baute auch andere Felder auf. Ein sehr wichtiger neuer Bereich war die Einspritztechnik für Benzin- und Dieselmotoren: Einspritzpumpe, -regler und -düsen. Ab den späten 1960er Jahren



Nicht nur Hersteller braver Familienlimousinen setzten auf Bosch. Auch exklusive Autohersteller wie Bentley oder Bugatti bevorzugten den schwäbischen Autoausrüster (um 1935).



bot Bosch für Benzineinspritzsysteme auch elektronische Steuergeräte und Sensoren an. Diese Bereiche nehmen inzwischen eine Schlüsselstellung ein. Heute gibt es bei Bosch zwei Geschäftsbereiche, die sich jeweils mit Benzin- oder Dieseleinspritzsystemen befassen.

Die Basistechnologie für die Kraftstoffzumessung war bereits seit 1909 im Unternehmen vorhanden. Es war der Bosch-Öler, eine Schmierpumpe, die in Stationär-, aber auch großen Fahrzeugmotoren für die exakte Dosierung und Verteilung von Schmierstoffen unter hohem Druck sorgte. Der Öler erfüllte damit in etwa die Aufgabe, die auch von einer Kraftstoffeinspritzung verlangt wird. Von ihm war es aber noch ein langer und steiniger Weg bis zur Dieseleinspritzung. Produziert ab 1927, kam sie 1928 auf den Markt, jedoch zunächst nur für Lastwagen. Dieselkomponenten für Personenwagen folgten 1936.

Die Benzineinspritzung hingegen wurde zunächst nur für den Betrieb in Flugzeugen entwickelt. Für Straßenfahrzeuge war sie erst nach dem Zweiten Weltkrieg erhältlich, als ihre Vorteile bei Verbrauch, Leistung

und Emissionen sich mit neuen Markterfordernissen deckten. Eine kurze Episode dagegen blieb die Vergaserproduktion Anfang der 1930er Jahre, die Bosch schon nach kurzer Zeit aufgab. Vergaser waren seit Beginn der Automobilentwicklung das maßgebliche und zeitweise einzige System für die Gemischaufbereitung bei Benzinmotoren. Bei Bosch ging die Entwicklung andere Wege. Schon lange vor deren Markteinführung hatten hier die Fachleute das Potenzial von Einspritzsystemen auch für Automobile erkannt.

Vernetzung von Funktionen und internationale Entwicklung

Bosch hat in allen Bereichen der Kraftfahrzeugtechnik stets intensiv geforscht, entwickelt und erprobt, bevor ein Produkt in Serie ging. In den letzten drei Jahrzehnten kam noch ein anderer Aspekt hinzu. Schon von Entwicklungsbeginn an berücksichtigten die Ingenieure die Möglichkeiten, verschiedene Funktionen zu vernetzen. Diese Entscheidung hat sich bewährt. Nur so lassen sich heute komplexe elektronische Systeme realisieren: Sensorinformationen, zum Beispiel des Bremsregelsystems, können für andere Funktionen genutzt werden.

Bild oben links:

Um Verkehrsteilnehmern die Fahrtrichtung anzuzeigen, entwickelte Bosch 1928 den Winker. Ihn löste ab 1949 der heute übliche Blinker ab.

Bild oben rechts:

Freie Sicht mit dem neuen Bosch-Scheibenwischer verspricht dieses Werbemotiv von 1926.



Die Steuerung des Elektronischen Stabilitäts-Programms ESP® etwa kann auf die Motorsteuerung zugreifen und die Motorleistung drosseln, wenn das Auto zu schleudern droht; das Bremssystem kann mithilfe des Abstandsradars eine drohende Unfallsituation durch eine automatische Vollbremsung verhindern oder die Insassen bei einem unvermeidlichen Aufprall durch schnellere Auslösung der Airbags schützen. Noch bis in die 1960er Jahre wurde die gesamte Bosch-Kraftfahrzeugtechnik ausschließlich in Deutschland entwickelt und großenteils auch produziert. Das hat sich in den vergangenen fünf Jahrzehnten grundlegend geändert. Bosch ist auf allen Kontinenten mit Fertigungsstandorten vertreten. Noch relativ neu ist die Entwicklung der Produkte in verschiedenen Ländern. So können Komponenten oder ganze Systeme an Standorten in aller Welt gezielt für die Marktbedürfnisse und regionalen Erfordernisse entwickelt werden. Die Motorsteue-

rung für ein Oberklassefahrzeug in Europa muss hohen Ansprüchen an Leistung, Fahrkomfort und Laufkultur genügen. Für einen preisgünstigen Kleinwagen in Indien oder China zählen dagegen Basisfunktionen für wenig Geld und robuste Komponenten, die wechselnder Kraftstoffqualität und dem Dauerbetrieb auf holprigen Straßen standhalten. Aber auch hierfür ist modernste Technik notwendig.

Geschäftsbereiche formieren sich

Wie die Komplexität und Vielfalt der Komponenten selbst hat sich auch die Organisationsstruktur jener Bereiche weiterentwickelt, die diese verschiedenen Komponenten erfinden, erproben, fertigen und vertreiben. So begann Bosch 1959 mit der Gründung von Geschäftsbereichen, die unternehmerisch selbstständig, aber im engen Schulterschluss mit der Geschäftsführung agieren und für bestimmte Produktfelder verantwortlich sind. Der

Meilensteine

1897	1902	1909	1913	1914	1921
Magnetzündung für Automobile	Hochspannungsmagnetzündung, Zündkerze	Schmierpumpe (Öler)	Scheinwerfer, Reglerschalter, Lichtmaschine	Anlasser	Horn

Bild ganz links:

Mit Eierschalenhelm und Fahrerbrille wirbt der freundliche Motorradfahrer für die Bosch-Batterie (1960).

Bild links:

Eine ganze Produktpalette bietet Bosch für die „gute Fahrt durch Herbst und Winter“ (1954).

Unternehmensbereich Kraftfahrzeugtechnik setzt sich dabei aus folgenden Geschäftsbereichen zusammen:

Benzineinspritzung

Der Geschäftsbereich Gasoline Systems (GS) entwickelt, fertigt und verkauft Systeme und Komponenten, die für Benzinmotoren erforderlich sind, wie etwa Motorsteuergeräte, Kraftstoffpumpen zur Saugrohr- und Direkteinspritzung, Einspritzventile, Sensoren, Zündspulen und Zündkerzen. In diesem Geschäftsbereich ist auch die Entwicklung von Hybridantrieben oder vollelektrischen Antriebssystemen für Automobile angesiedelt, wie auch Komponenten für die Steuerung von Automatikgetrieben.

Dieseleinspritzung

Der Geschäftsbereich Diesel Systems (DS) entwickelt, fertigt und verkauft Systeme und Komponenten zur Steuerung von

Dieselmotoren, etwa Motorsteuergeräte, Hochdruckpumpen, Hochdruckleisten und Einspritzventile für Common-Rail-Dieseleinspritzsysteme, aber auch konventionelle Reihen- und Verteilereinspritzpumpen. In den vergangenen Jahren kamen Systeme für die Abgasnachbehandlung hinzu, sowohl für Personewagen als auch für Nutzfahrzeuge.

Bremsen und Fahrwerk

Die Geschäftsbereiche Chassis Systems Breaks (CB) und Chassis Systems Control (CC) entwickeln, fertigen und verkaufen Fahrwerkskomponenten wie Bremsen, Bremsbetätigungs- und Bremsregelsysteme vom Antiblockiersystem ABS bis hin zum Elektronischen Stabilitäts-Programm ESP®, Fahrerassistenzsysteme basierend auf Radar und Video sowie passive Sicherheitssysteme wie Airbagsteuerungen.

1922	1924	1925	1926	1926	1927
Batterie	Anlasshelf	Batteriezündung	Scheibenwischer	Lichtbatterie-zünder	Dieseleinspritzpumpe, Einspritzdüse



Energie und Komfort

Der Geschäftsbereich Electrical Drives (ED) entwickelt, fertigt und verkauft Produkte der Karosserieelektrik und -elektronik, zum Beispiel für Scheibenwischer, Motorkühlung, Innenraumklimatisierung und Verstellung von Fenstern und Sitzen.

Motorstart und Energieerzeugung

Der Geschäftsbereich Starter Motors and Generators (SG) entwickelt, fertigt und verkauft elektrische Starter für Fahrzeuge aller Größen sowie Generatoren. Diese sorgen im Fahrzeug für die Erzeugung der Energie, die für elektrische Verbraucher wie Licht oder Zündung benötigt wird. Zum Geschäftsbereich gehören auch Start-Stopp-Systeme für geringeren Kraftstoffverbrauch.

Multimedia im Auto

Der Geschäftsbereich Car Multimedia (CM) entwickelt, fertigt und verkauft Produkte zur Unterhaltung, Navigation und Fahrer-

information für die Erstausrüstung im Automobil, vom herkömmlichen Autoradio bis zu komplexen Navigationssystemen.

Automobilelektronik

Der Geschäftsbereich Automotive Electronics (AE) entwickelt, fertigt und verkauft Halbleiterprodukte wie Mikrochips oder Sensoren, aber auch komplette elektronische Steuergeräte für Systeme der anderen Geschäftsbereiche.

Produkte für Endkunden

Der Geschäftsbereich Automotive Aftermarket (AA) vertreibt Produkte der Kraftfahrzeugtechnik an Gewerbe und Endverbraucher. Handel und Werkstatt finden hier alles aus einer Hand für ihre Kunden. Ersatzteile aller Sparten von Bosch, Prüftechnik und Fachwissen stehen weltweit für alle Fahrzeugmarken rund um die Uhr zur Verfügung. Bosch Car Service-Werkstätten kümmern sich um Fehlerdiagnose, Service und Reparatur auch modernster

1927	1927	1928	1928	1930	1930
Stoßdämpfer	Unterdruckbremsen	Bremshelf	Winker	Kraftstofffilter	Nebelscheinwerfer

Ab den 1930er Jahren veröffentlichte Bosch kleine Hefte, in denen die empfohlenen Bosch-Komponenten für gängige Fahrzeugtypen aufgelistet waren. Ab 1952 erschienen diese Broschüren auch in Farbe. Im Bild als Beispiele zu sehen: Broschüren für Opel Olympia Rekord, Peugeot 203 und Renault 4CV aus den Jahren 1952 bis 1957

Fahrzeuge. Der weltweite technische Kundendienst für Kraftfahrzeugerzeugnisse und -systeme wird hier gesteuert. Damit stellt dieser Geschäftsbereich sicher, dass alle gängigen Komponenten von Bosch zu jeder Zeit ersetzbar sind, selbst wenn die Fahrzeuge, zu denen sie gehören, schon nicht mehr gebaut werden. Ergänzt wird das Angebot durch die Abteilung „Automotive Tradition“, die Besitzern historischer Fahrzeuge Teile und Wissen für ihre Oldtimer bereitstellt. Die Gründung dieser Abteilung im Jahr 2005 verdeutlicht das Verantwortungsbewusstsein des Autozulieferers Bosch für die Erhaltung historisch bedeutender Automobile.

Rückblick und Gegenwart

Im Jahr 1900 machte Bosch mit seinen 12 Magnetzündmodellen rund 295 000 Reichsmark Umsatz. Im Jahr 2010 waren es mit allen Kraftfahrzeugkomponenten mehr als 27 Milliarden Euro.

Ausrüstung für den automobilen Alltag: die frühen Jahre

Die Anfänge

Nach Magnetzündung und „Bosch-Licht“ erweiterte Bosch die Produktpalette für den automobilen Alltag. Dem elektrischen Anlasser (1914) folgten Horn (1921), Scheibenwischer (1926) und Winker (1928). Bosch entwickelte sich zum universellen Zulieferer für Kraftfahrzeugelektrik – ab 1927 auch für Bremsen und Dieseleinspritzung.

Die Entwicklungsgeschichte

Nach dem Ersten Weltkrieg wurde das Auto mehr und mehr vom Luxusobjekt zum Gebrauchsgegenstand. Bei Regen mussten die Scheiben gewischt werden, bei Dunkelheit musste das Fahrzeug beleuchtet sein und die Fahrbahn ausleuchten können. Horn und Winker wurden für Richtungsanzeige und Warnung anderer Verkehrsteilnehmer unverzichtbar. Bosch trug diesem Marktbedürfnis Rechnung und schaffte sich damit weitere Standbeine.

Die Funktion

Alle elektrischen Erzeugnisse der Frühzeit ersetzten ihre mechanischen Vorgänger: das elektrische Horn die Ballhupe, der Scheibenwischer das Abstreiflineal, der Winker das Ausstrecken des Arms und der Anlasser das schweißtreibende Ankurbeln. Ein wesentliches Ziel war es, dem Fahrzeuglenker Arbeit abzunehmen, damit er möglichst wenig vom Fahren abgelenkt wird.

Der erste Einsatz

Es handelte sich um Zusatzausrüstung, die an jedem Automobil installierbar war. Jedes Produkt wurde anfangs vornehmlich in Luxusautos verbaut. Je mehr Stückzahlen hergestellt wurden, desto preisgünstiger wurden die Produkte und umso mehr verbreiteten sie sich. Winker, Horn, Anlasser und Licht waren ab etwa 1930 Standard an allen gängigen Automobilen.

Die Gegenwart

Heute entwickeln und fertigen mehrere Geschäftsbereiche elektrische Komponenten als Erstausrüstung für Neufahrzeuge. Gleichzeitig sind sie für Endverbraucher erhältlich, etwa als Ersatzteil. Fast jede elektrische Funktion im Automobil – vom Fensterhebermotor bis zum Airbagauslöser – bietet Bosch heute an.

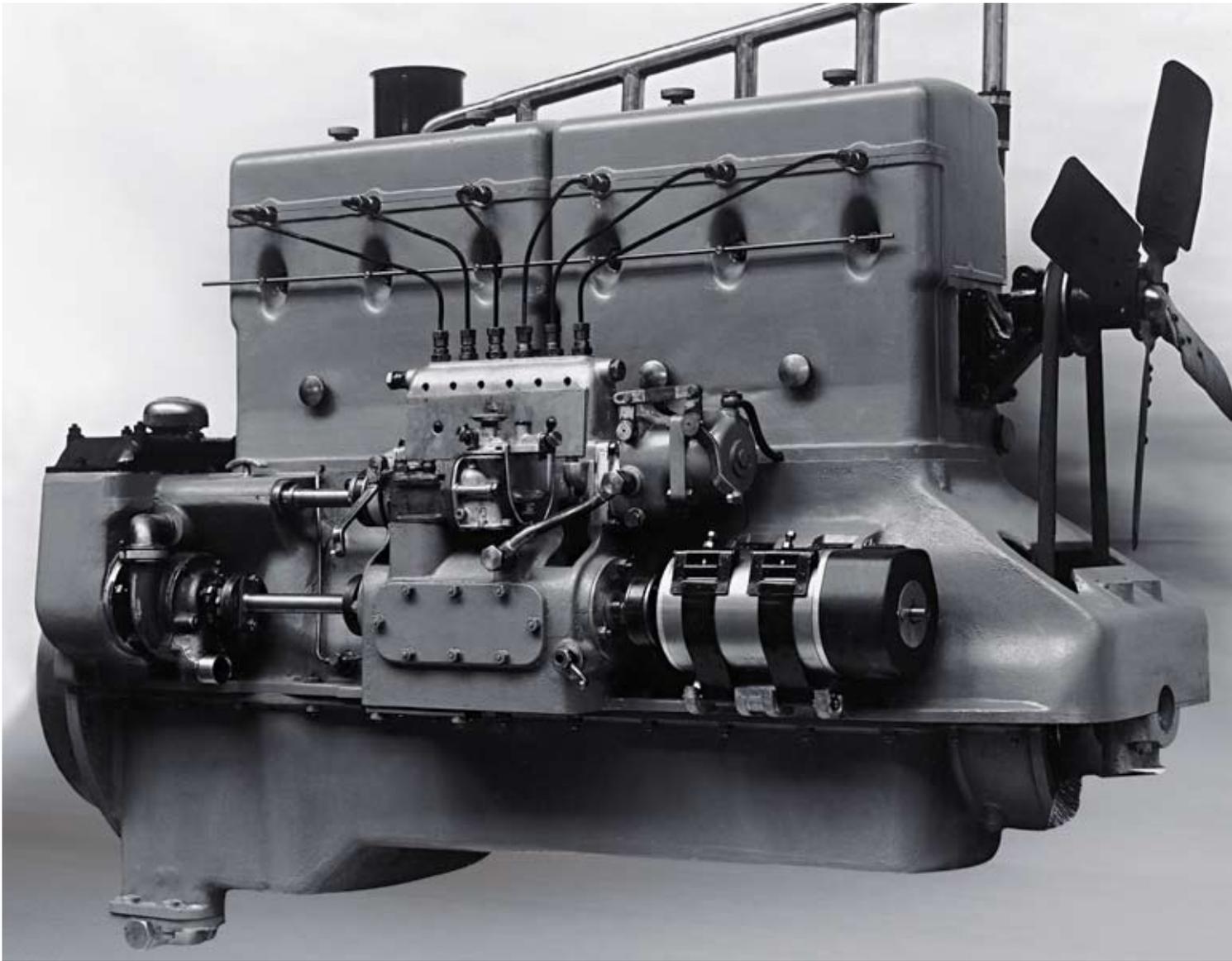
1931	1931	1932	1932	1933	1936
Lenkräder	Regler für Dieseleinspritzpumpen	Lichtanlasszündler	Autoradio (Blaupunkt)	Lenkschloss	Wagenheizer

Nicht nur für weichen Lauf: **Motorsteuerung von Bosch**

Test der Zündanlage eines Volkswagens Typ 1 „Käfer“ durch einen Kraftfahrzeugmechaniker (1954). Der Motortester Typ EWAF41 ermöglichte die Prüfung aller gängigen kraftfahrzeugelektrischen Produkte, zu denen neben der Zündung zum Beispiel auch Generator und Starter gehörten.







Von Schwerölpumpen zur Mehrfacheinspritzung Bosch-Dieseleinspritzsysteme

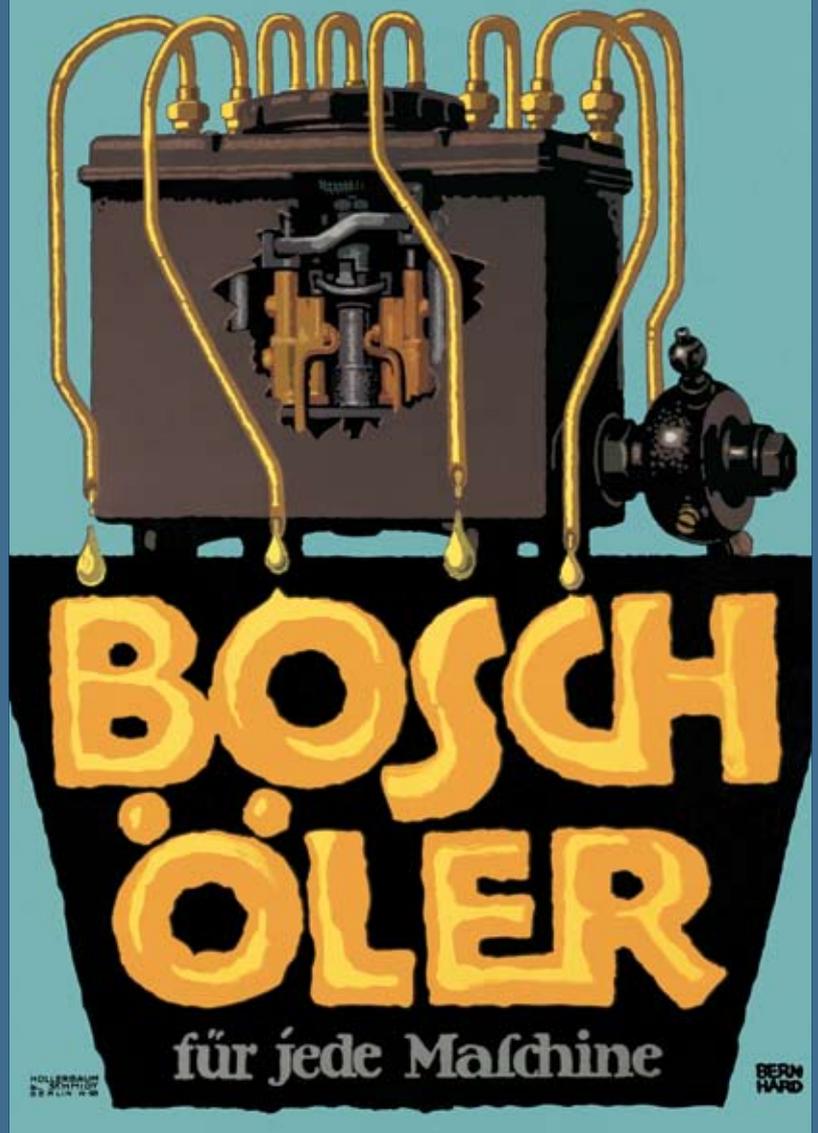
Um 1920 priesen Experten den Dieselmotor als Antrieb der Zukunft. Bosch verstand die Zeichen der Zeit und 1922 begann die offizielle Entwicklung für Dieseleinspritzpumpen. Am 30. November 1927 startete Bosch die Serienproduktion von Reihenspumpen für Lastwagen und 1936 für Personenwagen. Ab den 1970er Jahren etablierten Bosch-Lösungen den Dieselmotor in der „Golf-Klasse“. Ende der 1990er Jahre machten Hochdruckeinspritzsysteme wie Common Rail den Diesel leistungsstark und umweltschonend und verschafften ihm Marktanteile von bis zu 50 Prozent in Europa.

Bild links:

Einen imposanten Anblick bietet dieser Lastwagenmotor aus dem Jahr 1934. Die Sechszylindermaschine ist mit einer Einspritzpumpe von Bosch ausgerüstet.

Bild rechts:

Der Bosch-Öler, seit 1909 gefertigt, bildete eine der technologischen Grundlagen der Dieseleinspritzung. Der Prospektitel stammt von 1914.



Schon 1894 hatte Bosch seine erste Begegnung mit dem Diesel. Auf Einladung des Erfinders Rudolf Diesel fuhr der junge Unternehmer nach Augsburg, um die neuartige Motorkonstruktion kennenzulernen. Es ging aber damals noch nicht um Einspritzsysteme. Rudolf Diesel war an der Magnetzündung von Bosch interessiert, weil damalige Dieselmotoren noch ein Zündsystem benötigten. Das ist heute nicht mehr nötig, denn der Treibstoff entzündet sich in modernen Dieselmotoren allein durch die im Brennraum vorherrschenden hohen Drücke und Temperaturen.

Die Begegnung mit Rudolf Diesel blieb ergebnislos, doch nicht die Begegnung mit dem neuen Motorprinzip. Robert Bosch musste feststellen, dass ab 1920 die Dieselmotoren so ausgereift waren, dass sie eine ernsthafte Alternative zu Benzinmotoren in Kraftfahrzeugen darstellten. Zwar hatten sie eine niedrigere spezifische Leistung, aber sie verbrauchten erheblich weniger Kraftstoff – bis zu 30 Prozent. Robert Bosch fürchtete um seinen Hauptumsatzträger, den Magnetzünder, denn für einen Dieselmotor war er unnötig. Um auf diesen technologischen Wandel vorbereitet zu sein und

das Wachstum des Dieselmotorenmarktes nutzen zu können, war es daher an der Zeit, für dieses zukunftssträchtige Motorenkonzept Komponenten zu entwickeln.

Startschuss zur Serienentwicklung

Der offizielle Startschuss zur Entwicklung der Dieseleinspritzrüstung fiel 1922. Bosch profitierte dabei von der Erfahrung aus der Entwicklung von Schmierpumpen. Auch diese Pumpen, Bosch-Öler genannt, transportierten Flüssigkeiten exakt dosiert und unter hohem Druck an bestimmte Stellen eines Motors – fast wie eine Einspritzpumpe. Ebenso bündelte Bosch sein Know-how mit dem Wissen anderer Dieselpioniere. Bosch erwarb Patente des Entwicklers Franz Lang, der auch danach für

Bosch am neuen Produkt weiterarbeitete. Streitigkeiten mit ihm führten jedoch 1926 zu dessen Ausscheiden.

Schon 1924 konnten Bosch-Einspritzpumpen am ersten serienmäßigen Diesel-Lastwagen in Deutschland erprobt werden, und 1926 lieferte Bosch erste Prototypen an interessierte Kunden aus der Automobilindustrie. Die Serienreife der Pumpe war Ende 1927 erreicht: Die Freigabe zur Produktion der ersten 1000 Stück erfolgte am 30. November 1927, die Lieferung MAN, den ersten Kunden nach dem Jahreswechsel. Andere folgten rasch. In den 1930er Jahren statteten zahlreiche europäische Hersteller ihre Lastwagen und Landmaschinen mit einer Dieseleinspritzung von Bosch

Bild rechts:
Werbeblechschild für Lkw-Dieseleinspritzpumpen im Stil der 1930er Jahre

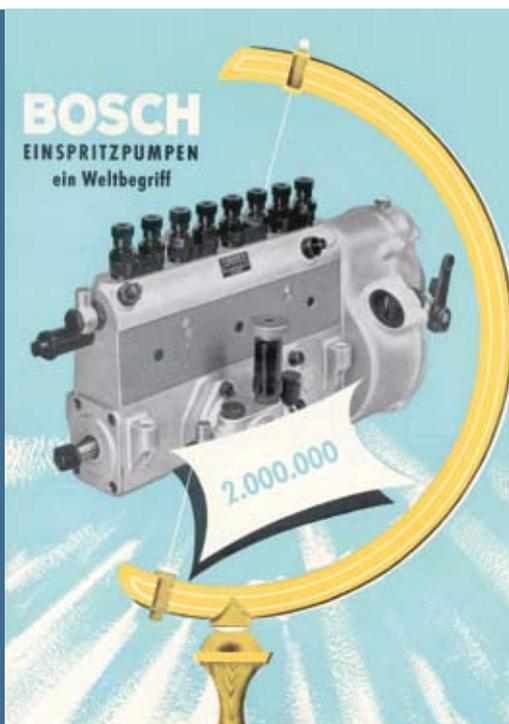
Bild ganz rechts:
Werbeplakat für Dieseleinspritzpumpen im Stil der traditionellen Bosch-Zündkerzenwerbung (1949)



aus. Zu ihnen gehörten Alfa-Romeo, Asap (Skoda), Basse & Selve, Berliet, Bianchi, Borgward, Brossel Freres, Büssing, Citroën, Delahaye, Deuliewag, Fahr, FAMO, Faun, Gräf & Stift, Güldner, Hanomag, Henschel, Hürlimann, Isotta-Fraschini, Kaelble, Klöckner-Humboldt-Deutz, Krupp, Lanz, Mercedes-Benz, O.M. Brescia, Peugeot, Praga, Renault, Saurer, Scania-Vabis, Schlüter, Tatra und Vomag. Viele dieser Lkw-Produzenten hatten vorher eigene Konstruktionen verwendet, stellten aber rasch auf die von Bosch um. Daraus ergab sich sehr schnell eine starke Marktposition, die sich in den Stückzahlen widerspiegelte: Bis 1934 liefen bereits 100 000 Einspritzpumpen vom Band.

Komplettsystem im Angebot

Für alle diese Hersteller lieferte Bosch ein komplettes System, bestehend aus Einspritzpumpe, Leitungen, Kraftstoffpumpe, Kraftstofffilter, Einspritzdüsen und Düsenhaltern sowie Glühkerzen, die den Start des kalten Motors erleichterten. Mit der Lieferung aller Komponenten aus einer Hand verhinderte Bosch Funktionsschwierigkeiten: Alle Produkte waren sorgfältig aufeinander abgestimmt. 1931 kam noch der Dieselregler als Neuheit hinzu. Er gewährleistete eine optimale Dosierung des Kraftstoffs je nach Fahrzustand – vom Leerlauf bis zum Vollgas. Das Angebot von Einspritzanlagen wuchs systematisch und schnell. Nicht nur Lastwagen und Traktoren fuhren mit



Werbung für die zweimillionste Dieseleinspritzpumpe von Bosch (1952). Es handelt sich um ein äußerst seltenes Motiv, weil der Dieselpumpebereich bei Bosch traditionell Erstausrüstung für Neufahrzeuge lieferte und daher gewöhnlich keine Werbemotive publizierte.

Bild unten links:

Der Mercedes-Benz 260D war der erste, serienmäßig mit Dieseleinspritzung ausgerüstete Personenwagen der Welt (1936).

Bild unten rechts:

Ab 1960 bot Bosch die erste Verteilereinspritzpumpe an. Der erste mit ihr ausgerüstete Personenwagen war der Peugeot 404 Diesel (1964).

Bosch-Dieseleinspritzsystemen, auch Dieselloks, Schiffe, Luftschiffe und sogar Flugzeuge waren mit ihnen ausgerüstet.

Einspritzsysteme für Personenwagen, das lukrativste Produktfeld, blieb zunächst versperrt. Für diese Anwendung waren die Einspritzpumpen zu groß und kleinere Motoren mit kleineren Pumpen wären noch nicht leistungsfähig genug gewesen. Aber Bosch arbeitete auch auf diesem Gebiet; schon 1927 legte eine Limousine mit einem Motor der Marke Stoewer unbeobachtet von der Öffentlichkeit über 40000 Kilometer zurück – umgerüstet auf Dieseltechnik von Bosch.

Doch erst 1936 wagten sich die ersten Hersteller auf den Markt: Mercedes-Benz stellte den Personenwagen Typ 260D vor, Hanomag einen 1,9 Liter Pkw-Dieselmotor, der aber erst ab 1938 im Modell „Rekord“ eingebaut wurde. Vor dem Zweiten Weltkrieg konnten sich die Dieselmotoren in Personenwagen aber noch nicht durchsetzen. Deren Kunden legten weniger Wert auf Sparsamkeit als auf Laufkultur und Leistung – und die ließ bei Dieselpersonenwagen damals noch sehr zu wünschen übrig.



Meilensteine

1921	1922	1923	1927	1928	1930
Versuche zur Dieseleinspritzung mit Bosch-Ölern	Offizieller Entwicklungsstart Dieseleinspritzung	Erste Prototypen von Dieseleinspritzpumpen	Serienfertigung von Einspritzpumpen und -düsen für Nutzfahrzeuge	1000ste Dieseleinspritzpumpe	10000ste Dieseleinspritzpumpe

Mit dem VW Golf Diesel begann 1976 der kommerzielle Erfolg des Dieselmotors in Klein- und Kompaktwagen. Zu ihm trug Bosch mit der Verteilereinspritzpumpe bei.



Markterfolg und neue Felder

Die zunehmende Verbreitung des Diesels nach 1945 lässt sich abermals an einer Zahl verdeutlichen: Eine Million Stück hatte Bosch bis 1950 hergestellt und der Erfolg hielt weiter an. Allerdings war die traditionelle Reihenpumpe aufwendig und groß. Daher eignete sie sich kaum für kleine Motoren in preisgünstigen Kleinwagen. Aus diesem Grund setzte Bosch ab 1960 auch auf Verteilerpumpen. Bosch stützte sich auf das Know-how französischer Hersteller wie Sigma, entwickelte diese Pumpen aber den eigenen Ansprüchen gemäß weiter. Der Peugeot 404 Diesel, der erste Wagen mit einer Verteilerpumpe von Bosch, blieb vorerst ein Intermezzo, denn einige konstruktive Schwächen der Pumpe waren noch

nicht ausgeräumt. Ebenso fehlte eine breite Kundenpalette: Peugeot und Mercedes-Benz waren die einzigen Firmen, die in großen Stückzahlen Diesel-Pkw produzierten. Sie favorisierten aber weiterhin Reihenpumpen. Erst als Volkswagen auf kleine und sparsame Diesel-Pkw setzte, kamen das Baumaß und der niedrigere Preis der Verteilerpumpe wieder ins Spiel. An der Verbesserung dieser Konstruktion hatte Bosch weitergearbeitet und rechtzeitig das Modell VE zur Serienreife gebracht. Mit dem Verkaufstart des Golf Diesel 1976 setzte geradezu ein Boom bei Dieselmotoren in der Kompaktklasse ein. Ab 1986 wurden die Verteilerpumpen, ab 1987 auch die Reihenpumpen mit elektronischen Steuerungen ergänzt, die Abgaswerte, Geräusch, Leistung und

1931	1934	1936	1950	1960	1975
Einführung des Reglers für Einspritzpumpen	Pneumatischer Einspritzpumpenregler und 100000ste Dieseleinspritzpumpe	Dieseleinspritzung für Personenwagen	1000000ste Dieseleinspritzpumpe	Erste Verteilerpumpe (Typ VM)	Verteilerpumpe VE

Von links nach rechts:

Blick in den Motorraum eines Audi 100 TDI (1989). Dieses Modell war der erste Großserien-diesel-Pkw mit Hochdruck-Direkteinspritzung. Der Wagen erreichte 195 Stundenkilometer und hatte einen Durchschnittsverbrauch von sechs Litern auf 100 Kilometern.

Das heute gängigste Dieselsystem Common Rail wurde zuerst im Alfa Romeo 156 JTD eingesetzt (1997). Es erreichte gleichmäßige Einspritzdrücke von bis zu 1350 Bar. Diese Technologie ermöglichte Mehrfacheinspritzungen.

Blick in den Brennraum eines modernen Vierventil-Dieselmotors (2008)

Verbrauch optimierten. Außerdem ließen sich dadurch die Einspritzsysteme mit anderen elektronischen Systemen im Auto vernetzen. Beispiel ist die Antriebsschlupfregelung ASR, die das Durchdrehen der Räder durch einen Eingriff in die Motorsteuerung oder in das Bremsregelsystem verhindert.

Auf Basis dieses Erfolgs baute Bosch die Kompetenz bei beiden Systemen – Reihen-pumpen wie Verteilerpumpen – weiter aus. Bei den Verteilerpumpen führte eine Zusammenarbeit mit Audi zu den ersten Systemen, bei denen der Kraftstoff mit einem Druck von annähernd 1000 Bar direkt in den Brennraum eingespritzt wurde. Zusammen mit der leistungssteigernden Turboaufladung waren diese ab 1989 gebauten Dieselmotoren sparsamer, erzeugten weniger Abgase und verhalfen den Fahrzeugen zu bemerkenswerten Fahrleistungen. Die Hochdruckeinspritzung markierte den Durchbruch des Dieselmotors in Europa.

Common Rail und Mehrfacheinspritzung

Der hohe Anteil der Dieselpersonen-wagen – in Westeuropa waren dies im Jahr 2000 rund 30 Prozent – kam dank der entscheidenden Weiterentwicklungen der Hochdruck-Dieseinspritztechnik zustande. Mit der Radialkolben-Verteiler-pumpe (1996), dem Common-Rail-System (1997) und der Pumpe-Düse-Technik (1998, auch Unit Injector genannt), bot Bosch verschiedene Varianten an. Sie erreichten allesamt Einspritzdrücke bis maximal etwa 1500 Bar – in den Folge-generationen bis heute sogar über 2200 Bar – und waren damit sparsam und trotzdem leistungsstark.

Letztlich setzte sich Common Rail durch. Die Grundidee geht auf das Fiat-Tochter-unternehmen Elasis zurück, doch Bosch entwickelte das System zur Serienreife weiter. Es hatte entscheidende Vorzüge gegenüber den anderen beiden Systemen. Zwar waren die Spitzendrücke bei Common Rail geringer als beim Pumpe-Düse-System, das punktuell deutlich über 2000 Bar er-



1986	1989	1993	1995	1996	1997
Elektronisches Dieselregelungs-system (EDC)	Axialkolben-Verteiler-pumpe VP34 für Direkteinspritzung im Pkw	Hubschieber-Einspritzpumpe	Unit Pump System UPS (Pumpe-Leitung-Düse-System)	Radialkolben-Verteilerpumpe VP 44	Common-Rail-System für Pkw (CRS)

reichen und damit den Verbrauch sehr niedrig halten konnte. Aber durch den konstant hohen Druck, unter dem der Kraftstoff in der gemeinsamen Versorgungsleiste („Common Rail“) für alle Zylinder gespeichert ist, lassen sich Mehrfacheinspritzungen realisieren – bis zu acht pro Einspritzvorgang. Damit erreichten Dieselmotoren nicht nur größere Laufruhe und damit hohe Akzeptanz bei Kunden. Common Rail hatte auch das größte Potenzial bei der Reduzierung von Emissionen. Durch den erfolgreichen Einsatz des Common-Rail-Systems im Dieselmotor war 2006 bereits jeder zweite neu zugelassene Pkw in Westeuropa ein Diesel. Das trug auch erheblich zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes von Autos bei.

Robert Bosch selbst gab 1922 den Anstoß zur Entwicklung von Dieselsystemen, um Chancen im Automobilsektor nicht zu verpassen. Dieser Instinkt trog ihn nicht: Heute sind Dieselsysteme der größte Umsatzträger im Unternehmensbereich Kraftfahrzeugtechnik.



Bosch-Dieseleinspritzsysteme

Die Anfänge

Den ersten Dieselmotor stellte Rudolf Diesel 1893 vor. Ab etwa 1920 erprobten Lastwagenhersteller Dieselmotoren mit Einspritzpumpen. Ab 1921 experimentierte Bosch mit Dieseleinspritzpumpen, 1922 war offizieller Entwicklungsstart. Am 30. November 1927 erfolgte die Freigabe zur ersten Serienfertigung von 1 000 Stück.

Die Entwicklungsgeschichte

Bis etwa 1920 dominierte der Benzinmotor die Kraftfahrzeugindustrie. Ab diesem Zeitpunkt entbrannte in der Fachwelt die Diskussion, ob der Dieselmotor aufgrund seiner höheren Effektivität den Benzinmotor verdrängen würde. Bosch reagierte schnell und begann mit der Entwicklung, war doch sein bester Umsatzbringer die Magnetzündung – die bei den vielversprechenden Dieselmotoren überflüssig gewesen wäre. Bosch entwickelte Einspritzpumpen und ihr Zubehör: Regler, Einspritzdüsen, Düsenhalter und Glühkerzen.

Die Funktion

Angetrieben vom Motor teilt die Dieseleinspritzpumpe dem Brennraum jedes Zylinders zum richtigen Zeitpunkt über eine Düse eine exakt dosierte Menge Kraftstoff zu. Dieser Kraftstoff entzündet sich im Zylinder allein durch hohen Druck und starke Hitze und treibt so den Zylinderkolben an; eine Zündkerze ist somit überflüssig. Nur für den Kaltstart ist eine Erwärmung des Kraftstoffgemischs im Brennraum durch eine Glühkerze nötig.

Der erste Einsatz

Versuche erfolgten an Mercedes- und MAN-Lastwagen ab 1924. Erste Versuche an Personenwagen der Marke Stoewer sind aus dem Jahr 1927 bekannt. Die ersten Kunden der serienmäßig gefertigten Einspritzausrüstung waren Büssing, Klöckner-Humboldt-Deutz, MAN, Mercedes-Benz und Saurer. Erster Serieneinsatz im Personenwagen: Mercedes-Benz 260D (1936) und Hanomag Rekord (1938).

Die Gegenwart

Dieseleinspritzkomponenten sind heute Produkte des Geschäftsbereichs Diesel Systems (DS). Bosch entwickelt, appliziert, fertigt und vertreibt Dieselkomponenten und -systeme für praktisch jeden Dieselmotor. Die Anwendung erstreckt sich von Personen- über Lastwagen bis zu Schiffen und stationären Anlagen. Zukunftskonzepte zeigen, dass der Dieselantrieb noch das Potenzial für eine Verbrauchsreduzierung um weitere 30 Prozent bietet – bei gleichzeitiger Einhaltung modernster Emissionsstandards.

1998	1999	2004	2004	2009	2010
Unit Injector System UIS (Pumpe-Düse-System für Pkw)	Common-Rail-System für Nutzfahrzeuge (CRSN)	Common-Rail-System für Pkw mit Piezo-Injektoren	Denoxtronic-Dosiersystem zur Abgasreinigung in Nutzfahrzeugen	Denoxtronic-Dosiersystem zur Abgasreinigung in Pkw	Gründung der Bosch Emissions Systems GmbH & Co. KG

Nicht nur Leistung zählt

Bosch-Benzineinspritzsysteme

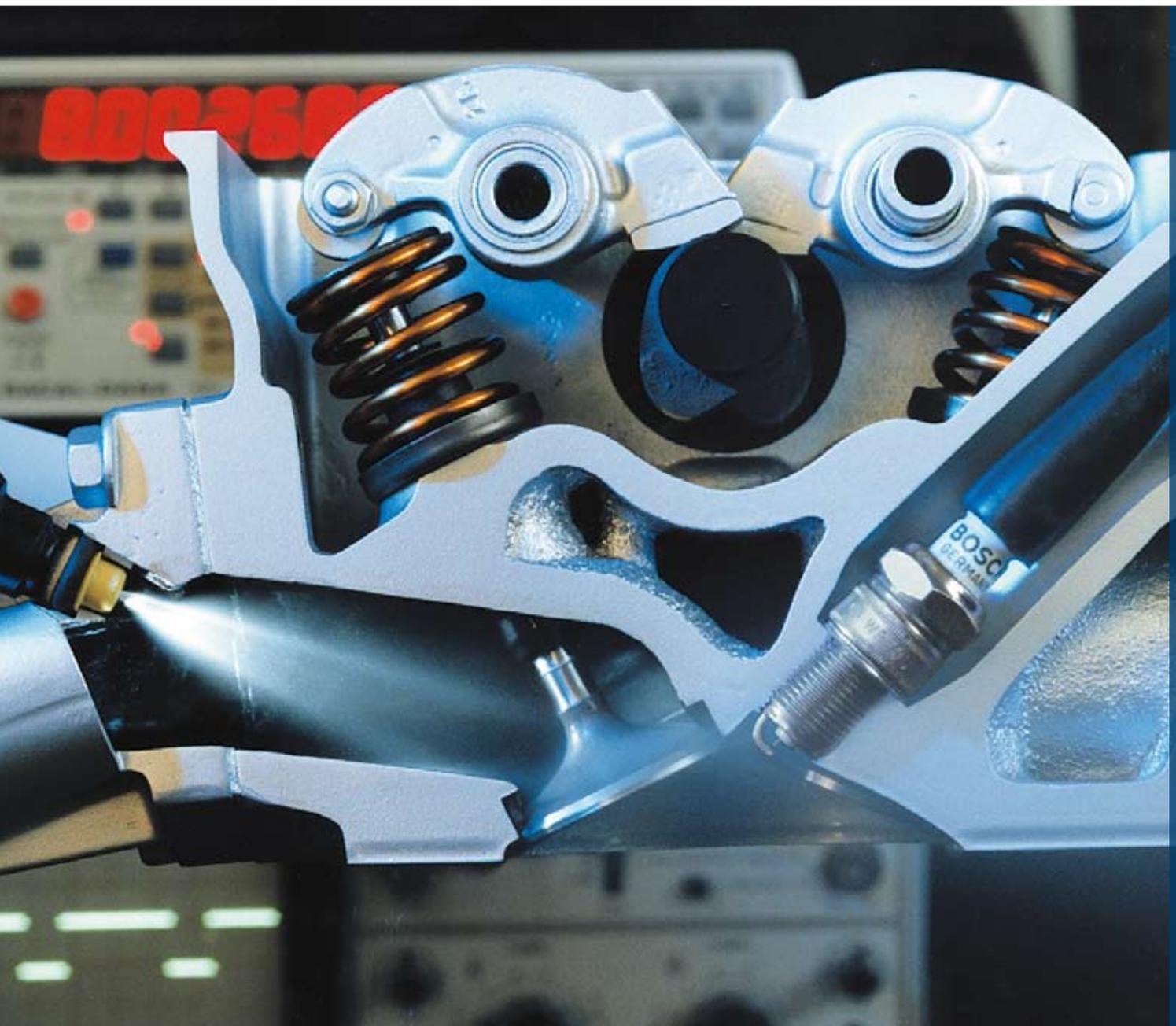
Bosch beschäftigte sich schon 1912 experimentell mit der Benzineinspritzung. Bei Flugmotoren etablierte sie sich ab 1935 wegen ihrer Sicherheit und höheren Leistung gegenüber den bis dahin üblichen Vergasern. Jedoch war sie damals für eine Verwendung im Automobil zu kostspielig. Hier blieb der preisgünstige Vergaser vorerst gängiges Prinzip. Die Serienfertigung der Benzineinspritzung für Kraftfahrzeuge wurde erst durch ihre technische Weiterentwicklung in den 1950er Jahren möglich. Die höhere Leistung war ein Argument für Renn- und Sportwagen, aber seit Mitte der 1960er Jahre zählten zunehmend auch andere Vorzüge: Verbrauchssenkung und Abgasreduktion. Die 1967 eingeführte elektronische Einspritzung „Jetronic“ von Bosch und ihre Nachfolger machten die Benzineinspritzung zum marktbeherrschenden System, das den Vergaser vollkommen verdrängte. Im Verbund mit einer elektronischen Steuerung ermöglichte sie im Auto die flächendeckende Einführung des geregelten Dreiwegekatalysators und damit die Einhaltung strengster Umweltstandards.



Strahl einer
Einspritzdüse
für die Bosch
Benzindirekt-
einspritzung
DI-Motronic
(2005)

1912 begannen Ingenieure bei Bosch, sich mit dem Thema Benzineinspritzung auseinanderzusetzen. Ihr Ziel war die exakte Zuteilung von Kraftstoffen an Stand- und Fahrzeugmotoren. Zu dieser Zeit hatte sich bei Fahrzeugen bereits der Ottomotor durchgesetzt. Die um 1900 favorisierten Dampfantriebe waren bei Autos längst keine Option mehr und die Dieselmotoren waren noch nicht weit genug entwickelt. Die Experimente dazu standen aber nicht im Fokus und versandeten wieder. Die Aufmerksamkeit im Unternehmen galt stattdessen der Entwicklung neuer elektrischer





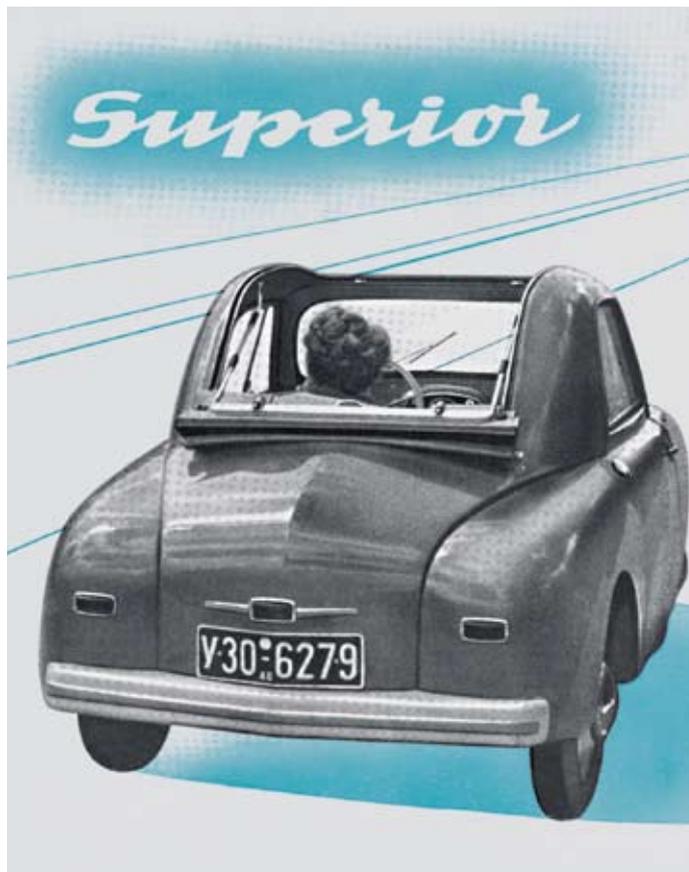
Komponenten im Auto, vom Anlasser bis zu den Scheinwerfern, die für den Alltagsgebrauch des Automobils unverzichtbar wurden.

Experimente, Rückschläge und erste Erfolge in der Luft

Ab 1921 erprobten Bosch-Techniker eine Einspritzanlage für eine Benzinturbine. Das Einspritzaggregat war ein umgerüsteter Bosch-Öler, der normalerweise als Fettpumpe zur Versorgung von Schmierstellen in Fahrzeugen eingesetzt wurde. Allerdings verliefen diese Versuche entmutigend

und wurden nach langen erfolglosen Testreihen 1928 vorläufig eingestellt. Die Gründe dafür waren eine zu geringe Leistungsausbeute und vor allem Defekte wegen mangelnder Schmierung innerhalb der Pumpe: Im Gegensatz zum Dieselmotorkraftstoff hat Benzin keine schmierende Wirkung. Dasselbe Problem ergab sich auch bei den Versuchen, die Bosch an Dieseleinspritzpumpen ab 1927 mit Benzin machte. Die Schmierung versagte, die Pumpenkolben blockierten.

Blick ins Innere eines Benzinmotors mit Saugrohreinjection: Links spritzt die Düse den Kraftstoff ein. Dieser wird durch das Saugrohr am offenen Ventil vorbei in den Brennraum gesogen. Dort entzündet die Zündkerze (rechts im Bild) das Benzin-Luft-Gemisch (1988).



Werbeprospekt für den Gutbrod Superior, den ersten Personenwagen mit Bosch-Benzineinspritzung (1952). Das Auto war 20 Prozent sparsamer als die Vergaserversion.

Die große Stunde für die Benzineinspritzung kam erst mit den Anforderungen der Luftfahrt: Die üblichen Vergaser drohten in gewissen Flughöhen zu vereisen, im Kurvenflug überzulaufen und unter ungünstigen Bedingungen auch in Brand zu geraten. Die Benzineinspritzung dagegen gewährleistete mehr Zuverlässigkeit und zudem höhere Leistung. Entsprechend setzte sie sich seit Mitte der 1930er Jahre durch. Die ersten Erprobungen an Motoren von BMW und Daimler-Benz erfolgten 1932, die erste Serienfertigung der Acht-, Neun- und Zwölfzylinderpumpen ab 1937.

Serienanlauf im Auto

Nach dem Zweiten Weltkrieg war die Weiterentwicklung solcher Systeme für Flugmotoren durch die alliierten Behörden in Deutschland verboten worden. Aus diesem Grund wandten sich die Entwickler in einem zweiten Anlauf der Benzineinspritzung in Personenwagen zu, der nun auch erfolgreich sein sollte. Waren es im Flugmotorenbau Zuverlässigkeit und Leistung, so spornte die Bosch-Ingenieure beim Auto

vor allem der Spareffekt an. Schon länger waren die konstruktionsbedingten so genannten Spülverluste von bis zu 20 Prozent Kraftstoff in den verbreiteten Zweitaktmotoren ein ärgerliches Manko. Die Bosch-Benzindirekteinspritzung für Personenwagen, 1951 auf der Frankfurter Automobilausstellung im Gutbrod Superior 600 mit Zweitaktmotor präsentiert, sparte durch ihre exakte Kraftstoffdosierung rund 20 Prozent Benzin und verhalf dem Wagen zu 27 statt 22 PS. Im selben Jahr stattete auch Goliath den GP 700 mit dieser Anlage aus.

Aber Bosch konzentrierte sich mehr auf Lösungen für zukunftssträchtige Viertaktmotoren. Dieses heute übliche Motorenkonzept verdrängte seit den 1950er Jahren die einfach konstruierten Zweitakter. Beim ersten Benzineinspritzer mit Viertaktmotor in Großserie, dem Mercedes-Benz 300SL („Flügelträger“), spielte vor allem die Leistung die entscheidende Rolle. Als Alternative zur teuren Direkteinspritzung kam 1957 eine indirekte Einspritzung für die Groß-



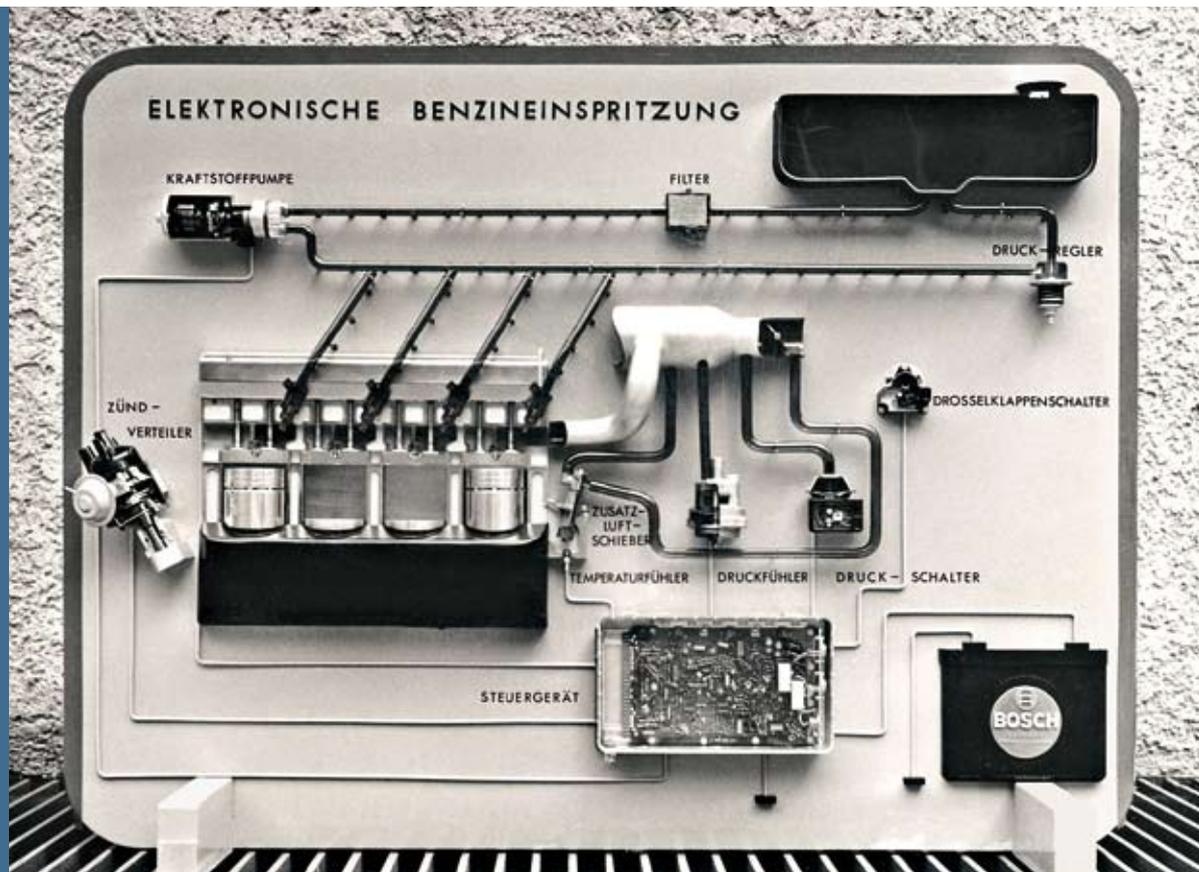
serien-Sechszylindermotoren bei Mercedes-Benz auf den Markt. Dabei wurde das Benzin nicht direkt – wie bei den Vorgängern – in den Brennraum gespritzt, sondern in einen Ansaugtrakt vor den Einlassventilen, durch den die Luft zur Gemischaufbereitung angesogen wurde. Durch die Einspritzung des Benzins in diesen Ansaugtrakt wurde stets ein auf den Betriebszustand abgestimmtes Gemisch erzeugt. Die Anhebung der Leistung fiel dabei im Vergleich zur Direkteinspritzung bescheidender aus, doch überzeugte diese Konstruktion weiterhin durch niedrigeren Kraftstoffverbrauch und geringeren Wartungsaufwand im Vergleich zum Vergaser. Im gleichen Jahr brachte Bosch eine weitere Variante auf den Markt, die das System erheblich preisgünstiger machte: Zwei kleinere Zumdrosselpumpen für je drei Zylinder statt einer großen Reihendrosselpumpe für sechs Zylinder bahnten den Weg der Benzineinspritzung aus dem Luxussegment in die automobilen Mittelklasse. Erstmals wurde das System im Mercedes-Benz 220SE eingesetzt.

Elektronik und mechanische Alternativen

Wegen des noch relativ hohen Preises der Benzineinspritzsysteme konnte Bosch zunächst nur kleine Stückzahlen absetzen. Der entscheidende Durchbruch kam erst im Zuge der Verschärfung der Abgasgesetze in den USA, die der „Clean Air Act“ für den Bundesstaat Kalifornien ab 1967 vorsah. Nur mit einer elektronischen Benzineinspritzung konnten zahlreiche Modelle die geforderten Abgaswerte erreichen. Bei der Entwicklung half Bosch sein vorhandenes Elektronik-Know-how entscheidend weiter. Schon 1959 hatten nämlich die Tests an umgerüsteten Fahrzeugen begonnen und die ersten Systeme waren 1965 weitgehend zur Serienreife gelangt. 1967 präsentierte sich Bosch mit der elektronischen D-Jetronic ein vielversprechendes Konzept, das den Grundstein für den Einzug elektronischer Steuerungen und Regelungen in der Automobilindustrie bildete. So kam 1967 der Volkswagen 1600E auf den US-amerikanischen Markt, der nur dank der eingebauten Bosch-Jetronic die neuen US-Grenzwerte

Mercedes-Benz 300 SL „Flügel Türer“ mit Bosch-Benzineinspritzung (1955). Er war der erste Wagen mit Viertaktmotor, der in Großserie mit Benzineinspritzung ausgerüstet war. Hier stand die Leistung im Mittelpunkt: 215 PS statt 115 bis 160 in Mercedes-Benz-Limousinen des zeitgenössischen Typs 300

Funktionsschema der elektronischen Benzineinspritzung „Jetronic“ mit Bosch Originalkomponenten (1967). Das Schaubild wurde bei Internationalen Automobilmesssen gezeigt.



einhielt. Es verwundert kaum, dass schon 1972 Autohersteller wie BMW, Citroën, Mercedes-Benz, Opel, Porsche, Renault, Saab und Volvo auf die D-Jetronic setzten und damit den Erfolg dieses Systems begründeten, erst in den USA, später auch in Europa.

Die D-Jetronic eignete sich für alle Personwagen mit Benzinmotor. Für Autobauer, die eher auf mechanische Systeme setzten und der Elektronik trotz ihrer Zuverlässigkeit noch misstrauisch gegenüberstanden, bot Bosch ab 1973 zusätzlich die K-Jetronic mit kontinuierlicher Kraftstoffzuführung an. Für die Kunden, die auf elektronische Steuerungen setzten, war die L-Jetronic, das Nachfolgesystem der D-Jetronic und ebenfalls seit 1973 auf dem Markt, die

richtige Wahl. Die Elektronik bemaß die exakte Kraftstoffdosis im Gegensatz zur druckgesteuerten D-Jetronic aus der gemessenen Volumenmenge angesogener Luft im Ansaugtrakt des Motors – daher „L“-Jetronic für „luftmengengesteuert“. Gemeinsam war den elektronischen Einspritzverfahren ein bemerkenswerter Nebeneffekt: Sie waren wartungsfrei über die gesamte Lebensdauer des Fahrzeugs. Das bedeutete das Ende der mühsamen Einstellarbeiten, wie sie bei den herkömmlichen Vergasern üblich waren. Diesen beiden Systemen folgten ab 1981 die modifizierten Bauarten KE- und LH-Jetronic. Beide waren elektronisch gesteuert und konnten zusammen mit der Lambda-Sonde das Benzin-Luft-Gemisch optimal für den Betrieb mit Dreiwegekatalysator regeln.

Meilensteine

1912	1927	1932	1937	1951	1954
Erste Versuche mit Benzineinspritzung an Bosch-Ölern	Feldversuche mit Benzin-Kraftstoff an Dieseleinspritzpumpen	Experimente mit Benzineinspritzanlagen für Flugzeugmotoren	Lieferung von Benzineinspritzpumpen für Flugzeugmotoren	Serienmäßige Benzineinspritzung im Pkw (Zweitaktmotoren)	Serienmäßige Benzindirekteinspritzung (Viertaktmotoren)

Lambda-Sonde und integrierte Motorsteuerung

Die Lambda-Sonde, 1976 von Bosch nach sieben Jahren Forschung als Weltneuheit auf den Markt gebracht, ermöglichte den Betrieb geregelter Dreiwegekatalysatoren. Dies war der einzige Weg, um langfristig auch den strengsten Abgasgesetzen gerecht zu werden. Die Emissionen konnten schon 1976 durch katalytische Reinigung um fast 90 Prozent gesenkt werden. Volvo, der erste Hersteller, der die Lambda-Technik einsetzte, verzierte seine Fahrzeuge noch jahrelang mit dem griechischen Buchstaben Lambda am Kühlergrill. Ohne die elektronische Benzineinspritzung wäre das nicht möglich gewesen. Erst in den 1980er Jahren waren katalytische Systeme mit großem Aufwand auch bei Vergaserfahrzeugen nutzbar. Drei Jahre nach der Markteinführung

der Lambda-Sonde präsentierte Bosch abermals eine Weltneuheit, die die Benzineinspritzung entscheidend verbesserte und sich heute bei den meisten Herstellern durchgesetzt hat: die Motronic, eine Kombination aus Zündung und Einspritzung mit einer zentralen elektronischen Steuerung für beide Funktionen. Durch sie ließen sich Verbrauch, Leistung und Emissionen wie auch Laufruhe noch einmal optimieren. Alle verfügbaren Parameter, zum Beispiel Motor-temperatur oder Betriebszustand, flossen in die Prozesssteuerung ein und ermöglichten die aufeinander abgestimmte Regelung von Einspritzung und Zündung.

Die Verbesserung dieser Systeme erreichte in den 1980er Jahren neue Dimensionen. Einspritzung und Zündung wurden elektronisch mit Fahrwerksystemen vernetzt, zum

Bild unten links:

Der Volkswagen VW 1600 LE war das erste Großserienmodell mit der elektronischen Einspritzung „Jetronic“. Im ersten Modelljahr 1968 (ab Spätsommer 1967 erhältlich) gab es den LE zunächst nur in den USA zu kaufen, ab 1969 auch in Europa.

Bild unten rechts:

Auch die „Göttin“ von Citroën, das Modell DS 21 injection, hatte Bosch unter der langen Haube. Die „Jetronic“ steigerte die Leistung und senkte den Verbrauch (1971).



1967	1973	1976	1979	1981	1983
Elektronisch gesteuerte Benzineinspritzung D-Jetronic	Benzineinspritzung K-Jetronic und L-Jetronic	Lambda-Regelung für den Einsatz von Dreiwegekatalysatoren	Motronic: L-Jetronic und vollelektronische Zündung in einer Steuereinheit	LH-Jetronic, verbesserte L-Jetronic mit Hitzdraht-Luftmassenmessung	KE-Jetronic und Zentraleinspritzung Mono-Jetronic

Beispiel bei der Antriebsschlupfregelung ASR, die das Durchdrehen der Antriebsräder verhindert. Bei diesem System musste ein Eingriff in die Motronic erfolgen, um die Motorleistung bis zum Abklingen des Durchdrehens zu senken – undenkbar ohne elektronische Steuerung von Einspritzung und Zündung. Um die Funktion dieser immer komplexeren Steuerungen abzusichern, führte Bosch ab 1987 Zusatzfunktionen zur Eigendiagnose ein, die Fehlfunktionen erkennen und korrigieren konnten.

Direkteinspritzung, Schichtladung und Downsizing

Im Jahr 2000 nahm Bosch jene Idee wieder auf, die im Mercedes-Benz 300 SL von 1954 für Aufsehen gesorgt hatte: die Direkteinspritzung. Das Innovative an der

„DI-Motronic“ war das damals verwendete Schichtladeverfahren. Es bestand in der Verbrennung einer lokal begrenzten Wolke fetten Kraftstoffgemischs nahe der Zündkerze, die eine Verbrennung mageren Gemischs im übrigen Verbrennungsraum bewirkte. So ließen sich bis zu zehn Prozent Kraftstoff einsparen.

Ein weiterer Schritt zur Kraftstoffeinsparung ist heute das so genannte „Downsizing“: Der Hubraum des Motors wird verkleinert oder die Zylinderzahl verringert und gleichzeitig durch einen Turbolader die Leistung gesteigert. Die Kombination von variabler Ventilsteuerung, Turboladung und Benzindirekteinspritzung reduziert bei gleicher Motorleistung und gleichem Drehmoment den Verbrauch deutlich. In Verbin-

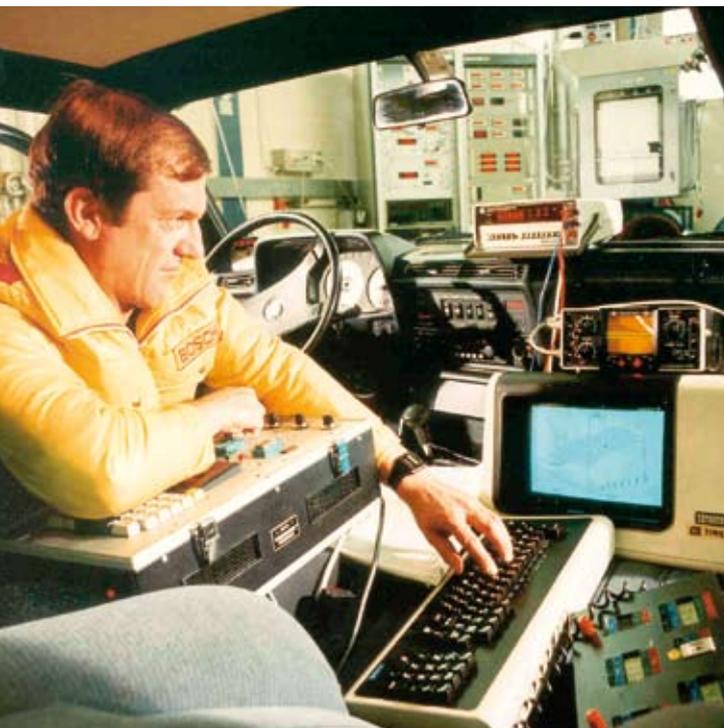
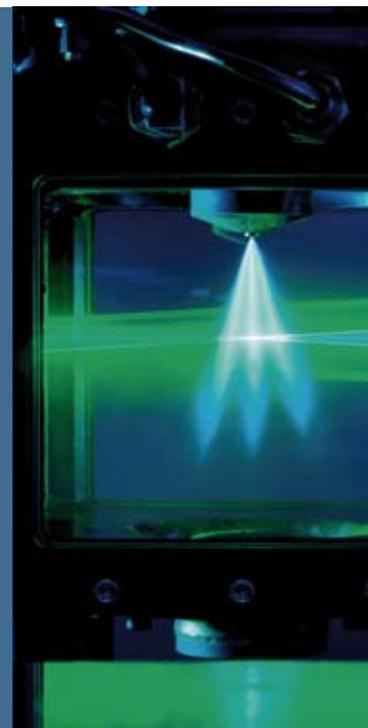


Bild links: Erprobung einer „Motronic“ im Technischen Zentrum Schwieberdingen bei Stuttgart (1984). Die Motronic war 1979 im BMW 732i das erste System mit einer zentralen Steuerung für Einspritzung und Zündung.

Bild rechts: Um das Einspritzventil für geringeren Verbrauch, höhere Leistung, bessere Abgaswerte und runderen Motorlauf zu optimieren, kann die Führung des Einspritzstrahls durch ein Laserverfahren exakt vermessen werden (2005).



1987	1991	1995	2000	2001	2005
On-Board-Diagnose für Abgasüberwachung	Motronic mit CAN-Bus	Motronic mit „elektronischem Gaspedal“ (EGAS)	Motronic und Einspritzkomponenten für Benzin-Direkteinspritzung (BDE)	Motronic mit 32-bit Mikroprozessor	Elektrohydraulisches Modul für Getriebe- steuerung

dung mit weiteren Maßnahmen wie beispielsweise dem Start/Stop-System kann bis zu 30 Prozent Kraftstoff gegenüber einem herkömmlichen Motor eingespart werden. Bosch-Benzineinspritzsysteme werden heute in verschiedenen Märkten für die jeweiligen regionalen Anforderungen hergestellt. Ein besonderes Beispiel sind die Systeme für Low Price Vehicles in den aufstrebenden Ökonomien Asiens. Im indischen Tata Nano, dem preisgünstigsten Automobil weltweit, steckt Bosch-Benzineinspritztechnik, entwickelt im indischen Bangalore. Diese Systeme sind auf die nötigsten Funktionen beschränkt.

Der Vergaser gehört im Auto schon längst der Vergangenheit an. Er ist nur in historischen Fahrzeugen zu finden. Elektronische

Motorsteuerungen von Bosch und anderen Herstellern sind heute bei Benzinmotoren weltweiter Standard. Das ist natürlich der Verbrauchersparnis, geringeren Emissionen und besserer Leistungsentfaltung und der Laufkultur zu verdanken, zu denen diese Systeme beitragen.

Aber wie so häufig bei Innovationen verläuft der Weg ihrer Geschichte im Rückblick nicht gradlinig. Oft stecken ganz andere Gründe hinter dem Erfindungsreichtum der Ingenieure: Die Geburtsstunde der Benzineinspritzung etwa schlug in einem Moment, als es um ein anderes Problem und seine Lösung ging als Benzinverbrauch, Leistung oder Emissionen: die Vereisungsgefahr bei Flugzeugvergäsern vor 80 Jahren.



Bosch-Benzineinspritzsysteme

Die Anfänge

Erste Experimente bei Bosch fanden 1912 statt. Erster Serieneinsatz erfolgte 1937 in Flugmotoren. Höhere Leistung und Sicherheit in allen Flugsituationen führten zum Erfolg. Bei Automobilen erst 1951 Serieneinsatz in kleinen Stückzahlen bei Zweitakt-Pkw, ab 1954 in Vieraktern und ab 1958 in großen Stückzahlen.

Die Entwicklungsgeschichte

1949 startete die Entwicklung der Benzineinspritzung für Personenwagen. Bis dahin dominierte der Vergaser als Gemischaufbereitungssystem. Zweitaktfahrzeuge setzten sich nicht durch, und damit auch nicht die Einspritzung bei diesen Motoren. Aus dem ersten Einsatz im Rennsport bei Viertaktmotoren ab 1953 folgte 1954 die Verwendung in Serienfahrzeugen. Vorerst wurden wegen der hohen Kosten nur Oberklassefahrzeuge mit der Einspritzung ausgestattet, ab 1967 mit dem Einzug der Elektronik auch mittelgroße und kleine Fahrzeuge.

Die Funktion

Aufbereitung eines Benzin-Luftgemischs, das in den Brennraum gesogen und durch den Zündfunken zur Explosion gebracht wird. Bei Direkteinspritzung erfolgt die Mischung des Benzins mit der Luft erst im Brennraum. Durch elektronische Regelung ab 1967 kann die Gemischzusammensetzung zur Leistungs-, Verbrauchs- und Motorlaufoptimierung je nach Fahrsituation und Motortemperatur variiert werden.

Der erste Einsatz

1921 versuchsweise an Benzinturbine, 1927 versuchsweise an Lkw, 1928 an NSU-Anlassmotoren, 1932 erste Experimente an Flugzeugmotoren, 1937 Serieneinsatz in Flugmotoren, 1951 Serieneinsatz bei Pkw Gutbrod Superior, 1954 bei Mercedes-Benz 300 SL.

Die Gegenwart

Benzinsysteme von Bosch sind heute Teil elektronischer Motorsteuerungen für Ottomotoren. Diese Systeme – genannt Motronic – regeln Einspritzvorgang und Zündung mit einem zentralen Steuergerät. Sie haben sich gegen die traditionellen Vergaser durchgesetzt. Nahezu jedes Auto mit Ottomotor hat heute eine Benzineinspritzung.

2006

Direkteinspritzung mit Piezo-Injektoren

2008

Gründung Gemeinschaftsunternehmen Bosch Mahle Turbo Systems

Elektrisch fahren übermorgen

Alternative Antriebe von Bosch



Das Unternehmen erforscht schon seit über vier Jahrzehnten elektrische Antriebe für Straßenfahrzeuge und liefert seit 2010 Lösungen für Hybridsysteme, die Kombination aus Verbrennungs- und Elektromotor. Zwar wird der Verbrennungsmotor im Automobil noch viele Jahre lang die Hauptrolle bei der individuellen Mobilität spielen. Aber die Entwickler bei Bosch arbeiten daran, dass Mobilität auch dann ein erschwingliches Gut bleibt, wenn der elektrische Antrieb den Benzin- oder Dieselmotor im Auto verdrängen sollte.

Außer auf beschaulichen Inseln, auf denen Verbrennungsmotoren verboten sind, gehören Elektroautos noch nicht zum Alltagsbild. Doch das wird sich in den kommenden Jahrzehnten ändern, denn die rasant zunehmende Motorisierung gerade in den stark wachsenden Volkswirtschaften Asiens zwingt zu Alternativen. Sie müssen auch die Klimaverträglichkeit und die Endlichkeit der Ressource Erdöl berücksichtigen. Noch ist der Verbrennungsmotor die ökonomisch ausgewogenste Lösung und Bosch-Ingenieure arbeiten weiter an dessen Verbesserung. Doch sie wollen auch die Zukunft des elektrischen Fahrens möglich machen. Sie konzentrieren sich im Wesentlichen auf drei Schwerpunkte: Zum ersten die Entwicklung und Fertigung von leistungsstarken Lithium-Ionen-Batterien. Dafür hat Bosch mit der koreanischen Samsung SDI das Gemeinschaftsunternehmen SB LiMotive gegründet. Zum Zweiten die Verbesserung der Leistungselektronik. Sie ist das Bindeglied zwischen Batterie und Elektromotor und wandelt die Gleichspannung der Batterie in eine Wechselspannung für den Elektromotor. Zum Dritten schließlich die Weiterentwicklung der Elektromotoren selbst – seit fast 100 Jahren eine der Kernkompetenzen von Bosch.

Rekorde gleich zu Anfang

Die Geschichte des Hybrid- und Elektroantriebs bei Bosch beginnt mit der Erforschung rein elektrischer Automobilantriebe in den 1960er Jahren. Bereits 1967 fuhren die ersten Prototypen mit einem Elektroantrieb von Bosch. Am 17. Mai 1971 zeigten die Fahrversuche mit einem Opel GT Sportcoupé auf dem Hockenheimring die Möglichkeiten des Elektroantriebs. Fahrer Georg von Opel brach gleich mehrere Beschleunigungsweltrekorde. Die beiden Gleichstrommotoren des Sportwagens mit je 44 Kilowatt Leistung und die Leistungselektronik hatten Techniker am Standort Schwieberdingen bei Stuttgart entwickelt. 1974 lief bereits der erste Großversuch mit elektrisch betriebenen, emissionsfreien Omnibussen in Mönchengladbach.

Vielbeachteter Prototyp

Beim Hybridantrieb, also der Kombination aus Elektro- und Verbrennungsmotor, machte 1973 ein Forschungsfahrzeug auf Basis eines Ford Escort Kombi den Anfang. Es hatte einen serienmäßigen Benzinmotor und einen Elektromotor, der das Fahrzeug bis zu einem Tempo von 30 Stundenkilometern antrieb. Die Batterien lud der Generator des Benzinmotors wieder auf. Noch nicht

Bild links:

Cockpit des Ford Escort Hybrid. Das Serienfahrzeug wurde 1973 von Bosch-Ingenieuren umgebaut. Es war der erste Prototyp eines Hybridautomobils mit kombiniertem Benzin-/Elektromotor und fand in den Fachmedien große Beachtung. Bis Tempo 30 konnte es rein elektrisch fahren.



Bild links:

Seit 2010 liefert Bosch Hybridantriebe an mehrere Automobilhersteller. Sie unterscheiden sich von anderen Konzepten, die für konventionelle, für Benzin- oder Dieselmotoren konzipierte Fahrzeuge konstruiert werden. Im Bild zu sehen ist die Qualitätsprüfung von Hybridkomponenten.

Bild rechts:

BMW 1602 Elektro. Der Wagen wurde für die Begleitung von Langstreckenläufen bei den Olympischen Sommerspielen 1972 in München eingesetzt. Um die Sportlerinnen und Sportler vor schädlichen Abgasen zu schützen, rüstete BMW das Fahrzeug auf Elektroantrieb um. Der 144 Volt Gleichstrommotor von Bosch leistete 32 kW (43 PS) und machte den Wagen bis zu 100 Stundenkilometern schnell.

ins System integriert war die heute beim Hybridantrieb angewendete Rückgewinnung von Bremsenergie zum Aufladen der Batterien. Gleichwohl war dieses Verfahren, die so genannte Rekuperation, schon seit 1966 Gegenstand der Forschung bei Bosch. Im Sommer 1979 wurde diese Technik erstmals in einem Großversuch für Hybridomnibusse mit kombiniertem Diesel- und Elektroantrieb angewendet. Doch der Markt war lange noch nicht reif für diese Technologien.

Renaissance und Durchbruch

Heute, fast vier Jahrzehnte nach Vorstellung des ersten Prototyps von Bosch, wollen immer mehr Autohersteller den Hybridantrieb in Serie anbieten. Steigendes Umweltbewusstsein bei den Kunden, strenge Emissionsgesetze und die Rohstoffknappheit rücken die Alternativen zum herkömmlichen Verbrennungsmotor immer stärker in den Mittelpunkt des Interesses. Der Hybrid wird allerdings eine Brückentechnologie auf dem Weg zum rein elektrischen Auto bleiben. Wann sich ein rein elektrischer Betrieb bei Automobilen durch-

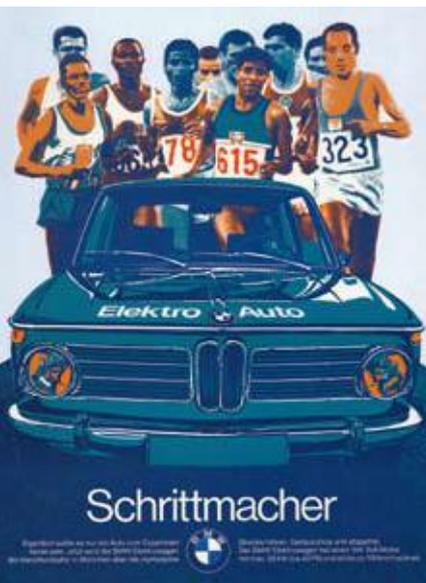
setzen kann, hängt entscheidend von der Weiterentwicklung der Batterietechnologie ab. Noch immer stehen Kosten und Nutzen in keinem akzeptablen Verhältnis.

Die Perspektiven

Die erste Säule der Aktivitäten im Bereich alternativer Antriebe sind die Hybridprojekte mit Automobilkunden. Die ersten Modelle von Volkswagen und Porsche sind bereits in Serie gegangen. Sie stellen eine Weltpremiere dar: den „Parallel Strong Hybrid“. Diese regelungstechnisch sehr anspruchsvolle Bosch-Entwicklung ermöglicht nicht nur rein elektrisches Fahren, sondern ist auch weniger aufwendig als die in Japan und den USA favorisierte „Power-Split“-Technologie mit mehreren elektrischen Maschinen. Der Effekt für den Kunden beim Hybrid sind niedrigerer Kraftstoffverbrauch und geringere Emissionen im Vergleich zur konventionellen Modellvariante. Das rein elektrische Fahren über kurze Distanzen erfolgt bei diesem Hybridantrieb mit Energie, die weitgehend beim Bremsen zurückgewonnen wird. Andererseits erfüllt der weiterhin vorhandene

Meilensteine

1967	1971	1973	1974	1988	1998
Vorstellung der Erforschung elektrischer Antriebe für Automobile	Weltrekordfahrt eines Opel GT mit Elektromotoren und Leistungselektronik von Bosch	Hybridprototyp auf Basis Ford Escort vorgestellt	Großversuche mit vollelektrischen Linienbussen in Mönchengladbach	Feldversuch mit 30 VW Golf Hybrid mit Bosch-Technik an Bord	Elektronik-Komponenten für das Versuchsfahrzeug City Stromer von VW



konventionelle Verbrennungsmotor den Wunsch der meisten Kunden nach großer Reichweite.

Ein weiteres Konzept für den Hybridantrieb ist der „Plug-in-Hybrid“. Um längere Strecken rein elektrisch und damit emissionsfrei fahren zu können, kann das Hybridfahrzeug mit einer leistungsfähigeren Batterie und einem Ladegerät versehen werden. Über dieses Ladegerät kann das Fahrzeug an einer Steckdose aufgeladen werden. Daraus leitet sich der Name „Plug-in-Hybrid“ ab. Die zweite Säule sind vollelektrische Antriebe, die langfristig immer wichtiger werden, vor allem in den schnell wachsenden „Megacities“ der Welt. Um diese Metropolen von Emissionen aus dem Verkehr zu entlasten, arbeitet Bosch auch an Konzepten, Fahrzeuge vollelektrisch anzutreiben. Sei es als reines Elektrofahrzeug, bei dem die Batterie an der Steckdose aufgeladen wird, sei es als Elektrofahrzeug mit einem „Range-Extender“, ein kleiner Verbrennungsmotor, der bei entleerter Batterie während der Fahrt anspringt und elektrische Energie erzeugt und einspeist.

Alternative Antriebe

Die Anfänge

Mit der Erprobung von Elektrofahrzeugen befasste sich Bosch bereits in den 1960er Jahren. Sie waren als Versuchsfahrzeuge für den urbanen Raum gedacht. Bosch-Entwickler befassten sich sowohl mit Personenwagen als auch mit Nutzfahrzeugen, zum Beispiel emissionsfreien Elektrobussen für den Öffentlichen Nahverkehr.

Die Entwicklungsgeschichte

Bis heute sind Verbrennungsmotoren (Diesel und Benzin) die dominanten und wirtschaftlichsten Antriebssysteme und werden dies auch die nächsten Jahre sein. Hybridfahrzeuge bilden trotz signifikantem Wachstum nach wie vor einen Nischenmarkt und Elektrofahrzeuge wären bei den heutigen Kosten der Batterien noch zu teuer. Dennoch entwickelt Bosch in beiden Bereichen kontinuierlich die Technik weiter, um technologisch führend zu sein, wenn sich Elektro- oder Hybridantriebe durchsetzen.

Der erste Einsatz

Auf dem Motorpressekolloquium 1967, einer jährlichen Veranstaltung für Motorjournalisten, stellte Bosch die Forschungsergebnisse bei elektrischen Antrieben für Automobile vor. Erste Versuchsfahrzeuge mit rein elektrischem Antrieb präsentierte Bosch 1974: Omnibusse für den öffentlichen Nahverkehr in Mönchengladbach. Bereits ein Jahr vorher zeigte Bosch das erste eigene Hybridversuchsfahrzeug, einen Ford Escort mit 40 Kilowatt starkem Benzinmotor und einem Gleichstromelektromotor mit einer Spitzenleistung von 32 Kilowatt (Nennleistung 16 Kilowatt).

Die Gegenwart

2010 gingen die ersten Hybridfahrzeuge mit Bosch-Antriebstechnik in Serie. Parallel zu den Hybridaktivitäten investiert Bosch in die Entwicklung elektromotorischer Antriebe. Dazu gehört neben dem E-Motor sowohl die Leistungselektronik, die als Bindeglied die Gleichspannung der Batterie in eine Wechselspannung der E-Maschine wandelt, als auch die Batterietechnik, für deren Entwicklung und Serienfertigung Bosch mit Samsung das Gemeinschaftsunternehmen SB LiMotive gegründet hat.

2000	2005	2008	2009	2010
Fiat EcoDriver Hybridfahrzeug mit Bosch-Technik	Gründung Hybridhaus Bosch	Gründung Joint Venture SB LiMotive mit Samsung zur Entwicklung von Lithium-Ionen-Batterien	Gründung des GS Produktbereichs Elektrofahrzeug- und Hybridsysteme (GS-EH)	Serieneinführung des ersten Parallel Strong Hybrid weltweit

Wie in Abrahams Schoß: **Sicherheit, Orientierung und Komfort**

Mit iBolt sitzt es sich sicherer. Die Befestigungsbolzen des Beifahrersitzes mit eingebauter Sensorik messen das Gewicht des Insassen und sorgen für eine stärkere oder sanftere Airbagauslösung, je nachdem, ob ein Kind oder ein Erwachsener auf dem Sitz Platz genommen hat (2008).







An jedem Hindernis vorbei

Brems- und Chassissysteme von Bosch

Schon in den 1920er Jahren erreichten Automobile Geschwindigkeiten von 80 Stundenkilometern und mehr. Die Bremsen waren dem kaum gewachsen. Bosch nahm sich der Lösung dieses Problems an. Die „Bosch-Servobremse“ von 1927 verkürzte den Bremsweg um ein Drittel. Das System nutzte den Unterdruck im Ansaugtrakt des Motors beim Gaswegnehmen aus und verstärkte mit seiner Hilfe die Bremswirkung. In den folgenden Jahrzehnten erweiterte Bosch die Aktivitäten rund um die Bremse systematisch. Ein Höhepunkt war 1978 das Antiblockiersystem ABS. Es war die Basis für weitere Systeme: die Antriebs-schlupfregelung ASR gegen das Durchdrehen der Antriebsräder und das Elektronische Stabilitäts-Programm ESP® gegen das Schleudern und Ausbrechen von Fahrzeugen.

Wer an Bosch und Bremsen denkt, dem wird unwillkürlich zunächst das Kürzel ABS über die Lippen kommen. Bosch hat aber nicht nur Systeme entwickelt, die das Bremsen und den schnellen Richtungswechsel schleuder- und blockierfrei ermöglichen, sondern auch Bremsanlagen selbst. Das Unternehmen stellte bereits 1927 Servobremssysteme für Nutzfahrzeuge her, damals in Lizenz die „Dewandre-Servobremse“. Den nachträglich in Personewagen installierbaren „Bosch-Bremshelf“ konnten die Kunden ab 1928 bestellen. Warum die Autofahrer bessere Bremsen brauchten, formulierte der damalige Werbeleiter Fritz Seitz: „Im flotten Tempo des

neuzeitlichen Kraftwagens liegt ein besonderer Reiz, dem sich niemand entziehen kann und den sich kein Automobilist gern rauben lässt.“ Der Satz stammt von 1927 und könnte heute – etwas zeitgemäßer formuliert – so stehen bleiben. Einziger, aber entscheidender Unterschied ist: Im Gegensatz zu heute waren die Bremsen der 1920er Jahre alles andere als effektiv und komfortabel. Sie wirkten rein mechanisch ohne Bremskraftverstärker wie heute, waren seilzuggetrieben und für eine Vollbremsung musste der Fahrer beide Füße und sein volles Körpergewicht einsetzen, um das Auto schnell zu stoppen.

Bild links:

Der Vergleich zeigt die Wirkung des Antiblockiersystems ABS. Das Bild von 1978 zeigt die Mercedes-Benz S-Klasse W116, die als erstes mit dem Bosch-ABS ausgerüstet war.



Im nordschwedischen Arjeplog testet Bosch Fahrwerksysteme auf zugefrorenen Seen. Im Bild ein Audi 100 GL mit Vorserien-ABS an Bord (1975)

Bild unten links:

Ab 1927 war die Bosch-Dewandre-Servobremse für Nutzfahrzeuge erhältlich. Sie reduzierte den Bremsweg um ein Drittel.

Bild unten rechts:

Der Bosch-Bremshelf (1928, kleiner Zylinder, Bildmitte unten) war ein Bremskraftverstärker, der nachträglich in Personewagen eingebaut werden konnte.

Fußmuskeln schonen

Das System Dewandre wurde fortwährend verbessert und der Name Dewandre verschwand aus den Prospekten, die ab Mitte der 1930er Jahre nunmehr die „Bosch-Druckluftbremse“ bewarben. Die Idee Dewandres war gut, aber erst Bosch setzte sie – beispielhaft für seine oft angewandte Strategie – in ein marktreifes und preiswertes Qualitätsprodukt um. Das Prinzip der Druckluftbremse basiert auf dem Unterdruck, der im Ansaugtrakt eines Motors beim Gaswegnehmen entsteht. Durch eine Ventilverbindung zu einem Bremszylinder konnte so der Unterdruck zur Verstärkung der Pedalkraft beim Bremsen genutzt werden. Durch die Wirkung dieses Prinzips erhöhte sich die Pedalkraft um 30 Kilogramm. Der Effekt: Die verfügbare Bremskraft wurde erhöht, schweißtreibender Körpereinsatz für scharfes Bremsen vermeidbar. Experimente ergaben, dass der

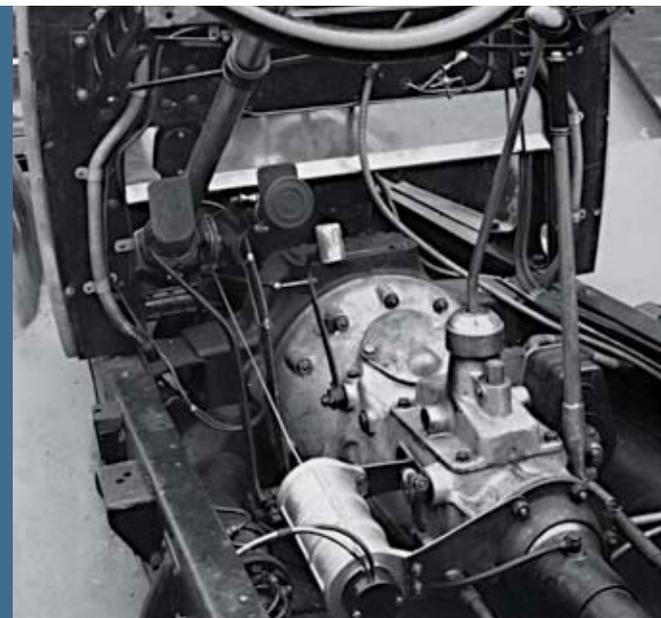
Bremsweg eines Personewagens sich mit dieser Einrichtung um 30 Prozent reduzieren ließ. „Schone deine Fußmuskeln“ – lautete ein Werbeslogan von Bosch.

Ausbau der Bremsenkompetenz

Bosch baute seine Kompetenz bei Bremsensystemen stetig aus. Pneumatisch gesteuerte Systeme wie Druckluftbremsen wurden ebenso weiterentwickelt wie hydraulische Systeme, mit denen heute jeder Pkw ausgestattet ist. Zu den wichtigen Meilensteinen dieses Bereichs gehört auch die Übernahme der Aktivitäten im Bremsengeschäft der US-amerikanischen Allied Signal Inc. im Jahr 1996, die Bosch zum Systemanbieter kompletter Brems- und Bremsregelsysteme für die Fahrzeugerstausrüstung machte. Aus heutiger Sicht ist ein Ereignis aus den Anfangsjahren der Bremsenentwicklung bei Bosch besonders interessant. Es markiert den Anfang von Bosch als Hersteller von



ROBERT BOSCH A.-G. * STUTTGART



Meilensteine

1927	1928	1936	1969	1973	1975
Pneumatische Servobremse Lizenz Dewandre	Bosch-Bremshelf	Patent auf Blockierverhinderer	Entwicklungsbeginn für Blockierschutzsysteme bei Bosch	Bosch beteiligt sich an Teldix	Bündelung der ABS-Aktivitäten in der Hand von Bosch



Bremsregelsystemen wie dem bekannten Antiblockiersystem ABS: Für Versuche, Bremsen noch effektiver zu machen, forschten Techniker an einem Blockierverhinderer, der 1936 zum Patent angemeldet wurde. Dieses System sollte verhindern, dass beim starken Bremsen die Räder blockieren und der Wagen unlenkbar wird. Die Idee war damals noch nicht umsetzbar, da eine Reaktion auf das Blockieren der Räder im Millisekundenbereich technisch nicht möglich war. Im Rückblick zeigt sich, dass erst die Elektronik einem solchen System zur Marktreife verhelfen konnte – sowohl im Hinblick auf Reaktionsgeschwindigkeit als auch auf Alltagstauglichkeit.

Projekt Antiblockiersystem ABS

Ab 1964 forschten Experten bei der Teldix GmbH am Blockierschutz für Kraftfahrzeuge. Diese stellten das Konzept 1966 der Daimler-Benz AG vor und es kam zu einer engen Zusammenarbeit der beiden Firmen. Bei einer umfangreichen Wintererprobung bewies das „ABS 1“ genannte Produkt seine Funktionsfähigkeit, die Haltbarkeit der Elektronik war dagegen ungenügend. Bosch beteiligte sich 1973 zu 50 Prozent an der Teldix und stieg in das Projekt ein. Auch Bosch-Entwickler arbeiteten bereits an einem elektronisch gesteuerten Blockierschutz, und das Unternehmen verfügte über viel Erfahrung auf dem Gebiet der Elektro-

Bilder oben:

1984 gründete Bosch das Gemeinschaftsunternehmen Nippon ABS mit einem japanischen Partner. Schon im selben Jahr waren der Mitsubishi Galant und der Nissan Fairlady mit ABS lieferbar.

1975	1978	1985	1986	1986	1986
Vorstellung Blockierverhinderer ABV für Lkw durch Bosch und Knorr-Bremse	Bosch-Antiblockiersystem ABS auf dem Markt (ABS 2)	Bosch-ABS erstmals in US-Fahrzeugen	ABS 3: ABS und Bremskraftverstärker in einer Baueinheit	Antriebsschlupfregelung ASR	Eine Million ABS



nik für Automobile, zum Beispiel durch die Entwicklung des elektronischen Benzineinspritzsystems Jetronic.

Im Jahr 1975 übernahm Bosch die Gesamtverantwortung für die ABS-Entwicklung und kaufte schließlich 1981 alle Anteile an der Teldix. Bosch brachte insbesondere die Erfahrung bei der Entwicklung und Produktion von elektronischen Bauelementen ein, die mittlerweile robust genug für den Einsatz in Fahrzeugen waren. Bosch verwendete sie schon lange beispielsweise bei Reglern für Generatoren oder bei Einspritzsystemen. Sie erhöhten die Rechnerleistung für die ABS-Steuerung erheblich, ermöglichten die drastische Reduzierung von Bauteilen im Steuergerät durch hoch integrierte Schaltungen und gewährleisteten endlich die erforderliche Zuverlässigkeit. Das Ergebnis hieß 1978 „ABS 2“. Zunächst nur als Sonderausrüstung bei Luxuslimousinen erhältlich, setzten sich das System und seine Nachfolgenerationen in allen Fahrzeugsegmenten durch. Für Nutzfahrzeuge war ein vergleichbares System auf Basis der dort üblichen Luftdruckbremsen ab 1982 verfügbar. Die erste Million war bis 1986 ausgeliefert. Auch für Motorräder lieferte Bosch ab 1994 ein ABS. 2009 stellte Bosch

erstmalig ein System vor, das eigens für Motorräder konstruiert war, 2010 das weltweit kleinste Motorradsystem.

Acht Jahre nach der Einführung des ABS 1978 brachte Bosch die Antriebsschlupfregelung ASR auf den Markt, an der bereits seit 1980 geforscht worden war. Wie das ABS beim Bremsen das Blockieren verhindert, sorgt das ASR beim Anfahren und Beschleunigen dafür, dass die Räder nicht durchdrehen.

ESP® verhindert Schleudern

Die Reihe der Innovationen bei den Bremsregelsystemen setzte sich fort: 1995 konnte das Elektronische Stabilitäts-Programm ESP® vorgestellt werden. Auf Basis von Sensorsignalen vergleicht es fortwährend die tatsächliche Fahrzeugbewegung und die vom Fahrer vorgegebene Richtung. Ergibt sich aus der blitzschnellen Analyse dieser Daten im Steuergerät, dass eine gefährliche Fahrsituation entsteht, in der das Fahrzeug zu schleudern droht und bald nicht mehr kontrollierbar wäre, greift ESP® korrigierend ein. Durch Reduzierung des Motor Moments und dem selbsttätigen Abbremsen einzelner Räder hilft es dem Fahrer, ein Ausbrechen oder Schleudern des Fahrzeugs

1992	1994	1995	1996	1999	2001
Zehn Millionen ABS	ABS für Motorräder	Elektronisches Stabilitäts-Programm ESP®	Übernahme des Bremsengeschäftes der Allied Signal Inc. (USA)	50 Millionen ABS	Elektrohydraulische Bremse SBC

Bild ganz links:

Erprobung des Elektronischen Stabilitäts-Programms ESP auf dem nordschwedischen Testgelände bei Arjeplog (1995). Das System wurde damals noch Fahrdynamikregelung (FDR) genannt.

Bild links:

Bei plötzlichen Ausweichmanövern verhindert ESP das unkontrollierte Ausbrechen oder Schleudern und trägt damit zur Unfallvermeidung bei (2008).

zu verhindern. Innovativ ist dabei auch die Vernetzung zu anderen elektronischen Steuergeräten. Das ESP® kann – wie schon das ASR – auf die Motorsteuerung zurückgreifen, die Einspritzung und Zündung steuert. Es kann selbstständig Gas wegnehmen, um ein Fahrzeug zu stabilisieren. Darin unterscheidet es sich gravierend von der Funktionsweise des 17 Jahre älteren ABS.

Heute sind Bremsregelsysteme von Bosch in Personenwagen und Nutzfahrzeugen Standard. ABS und ESP® haben sich im Markt durchgesetzt. ABS ist mittlerweile eine selbstverständliche Komponente in modernen Autos: Seit Juli 2004 ist jeder in Europa verkaufte Neuwagen serienmäßig mit einem Antiblockiersystem ausgerüstet, oftmals von Bosch. Für das ESP® wird in absehbarer Zeit das Gleiche gelten. Im Jahr 2009 waren in Deutschland bereits rund 80 Prozent der Neuwagen damit ausgerüstet. Ab 2014 ist ESP® für jeden Neuwagen in den Ländern der Europäischen Union, den USA und Australien gesetzlich vorgeschrieben. Das hilft Unfälle zu verhindern und erhöht damit die Sicherheit von Fahrzeuginsassen und anderen Verkehrsteilnehmern.

Brems- und Chassissysteme von Bosch

Die Anfänge

Mit Fahrzeugbremsen beschäftigte sich Bosch seit den 1920er Jahren. Den Fahrleistungen waren mechanische Systeme nicht mehr gewachsen. Die Servobremse war ein pneumatisch oder hydraulisch gesteuertes System, das die Bremsleistung bei gleichzeitig geringerem Kraftaufwand erhöhte. Die Wurzeln moderner Bremsregelsysteme wie ABS liegen hier und insbesondere bei einem Bosch-Patent zur „Blockierverhinderung“ von 1936.

Die Entwicklungsgeschichte

Bosch baute zunächst in Lizenz die Dewandre-Servobremse, die später durch eigene Konstruktionen ersetzt wurde. Auf diesem Wissen baute die Aktivität bei Bremsregelsystemen wie ABS auf. Dieses und seine Nachfolgesysteme ASR und ESP® waren aber erst ab Ende der 1970er Jahre mit digitaler Elektronik technisch machbar.

Die Funktion

Frühe Servobremsen von Bosch nutzten den Unterdruck im Ansaugtrakt des Motors beim Gaswegnehmen. Der bisher ungenutzte Unterdruck wurde beim Betätigen des Bremspedals am Bremszylinder genutzt und erhöhte die Bremsleistung trotz geringerem Pedaldruck. Moderne Bremsregelsysteme wie ABS nutzen die Hydraulik des Bremssystems, indem sie durch selbsttätigen Erhöhen oder Senken des Drucks der Bremsflüssigkeit die Bremswirkung beeinflussen – etwa zum Verhindern des Blockierens. Dafür ist eine elektronische Steuerung nötig, die mit Hilfe von Sensoren zum Beispiel ein drohendes Blockieren der Räder feststellt und korrigiert.

Der erste Einsatz

Die Dewandre-Servobremse brachte Bosch 1927 auf den Markt. Sie war in allen Lastwagen einsetzbar. 1928 folgte der kleinere „Bremshelf“ für Personenwagen, der für jedes gängige Automobil erhältlich war. Moderne Bremsregelsysteme wurden in Fahrzeugen der Oberklasse eingeführt – das ABS 1978 zunächst bei der Mercedes-Benz S-Klasse und im 7er BMW. Das Elektronische Stabilitäts-Programm ESP® hatte 1995 Premiere, ebenfalls in der S-Klasse von Mercedes.

Die Gegenwart

Ohne hydraulische Servobremsen kommt heute kein Automobil aus. Und beim ABS liegt der Ausstattungsgrad in Europa heute bei nahezu 100 Prozent. Bremsregelsysteme wie das ESP® werden im nächsten Jahrzehnt zur Grundausstattung aller Automobile zählen – beim ESP® sind es heute in Europa schon 58 Prozent aller Neufahrzeuge. Bosch fertigt mittlerweile allein über 20 Millionen Bremsregelsysteme pro Jahr. Entwickelt, hergestellt und vertrieben werden Bremsanlagen und -regelsysteme durch die Bosch-Geschäftsbereiche Chassis Systems Brakes (CB) und Chassis Systems Control (CC).

2003	2005	2006	2008	2009	2010
100 Millionen ABS	ESP® Plus	ESP® Premium	ESP® mit integrierter Inertialsensorik	200 Millionen Bremsregelsysteme	Weltweit kleinstes und leichtestes Motorrad-ABS



Das im Jahr 2000 eingeführte Abstandsradar ACC (Adaptive Cruise Control) gehört zu den ersten komplexen elektronischen Fahrerassistenzsystemen. Es sorgt für gleichmäßigen Sicherheitsabstand, auch wenn das vorausfahrende Fahrzeug gebremst wird.

Das sensitive Auto

Fahrerassistenzsysteme von Bosch

Unter der Karosserie eines Autos sind zahlreiche stille Helfer beschäftigt, von denen der Autofahrer meist gar nichts mitbekommt. Elektronische Fahrerassistenzsysteme von Bosch machen das Fahren sicherer und komfortabler. Heute können Fahrerassistenzsysteme Unfälle verhindern und Unfallfolgen für Insassen und Passanten mindern oder das Einparken eines Autos fast komplett übernehmen. Bei diesen Funktionen hilft auch die Einbeziehung von Bremsregelsystemen wie dem ESP®, sowie die Vernetzung und kombinierte Nutzung der bis zu 80 Sensoren, der „Sinnesorgane“ des Automobils.

Zwei Vorläufer und der Auftakt: Radglocke, Winker und Einparkhilfe

Bereits in den 1920er Jahren gab es mechanische, recht einfach konstruierte Vorläufer heutiger Fahrerassistenzsysteme, wie die Reifendruckkontrolle „Bosch-Glocke“ oder den „Winker“, einen Fahrtrichtungsanzeiger. Doch diese Beispiele zeigen nur, dass Bosch erkannte, wie wichtig es ist, dem Fahrer ablenkende Arbeit abzunehmen und ihn vor Gefahren zu warnen.

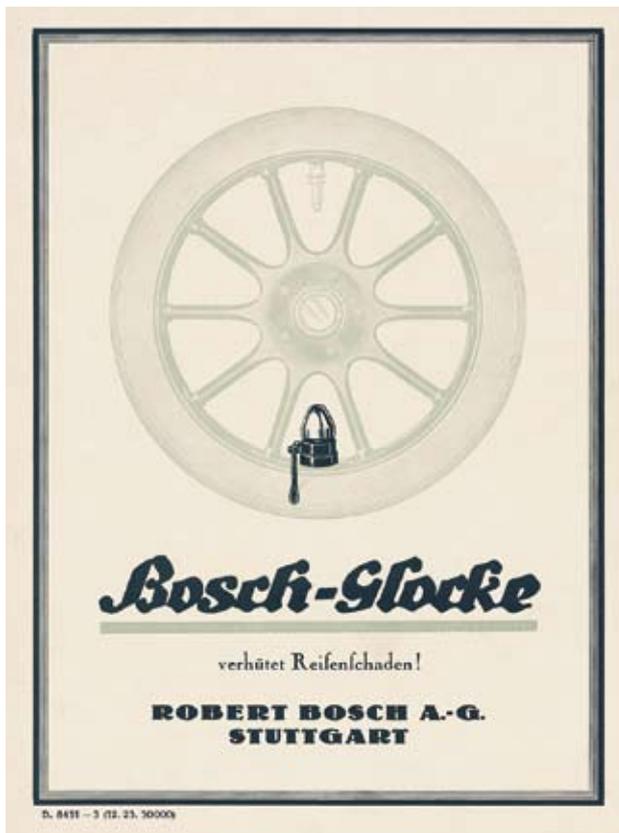
Der erste Meilenstein im Bereich heutiger Fahrerassistenzsysteme, die Einparkhilfe, entstand wegen der zunehmenden Verkehrsdichte und der gleichzeitigen Verfügbarkeit leistungsstarker Elektronik: Das Parken, bei dem es manchmal um Zentimeter geht, erleichterte die Einparkhilfe erheblich und vermied Schäden am Fahrzeug.

Bei diesem System senden Sensoren Ultraschallsignale aus und empfangen deren Echo. Aus der Zeitdifferenz ermittelt das System den Abstand des Fahrzeugs zum Hindernis und meldet dem Fahrer optisch oder akustisch die Nähe zum angrenzenden Objekt. Auch kleinste Parklücken können so effizient genutzt werden. Die Einparkhilfe wird heute von nahezu allen Autoherstellern weltweit angeboten.

Mit Weitblick unterwegs: Adaptive Cruise Control ACC

Im Jahr 2000 stellte Bosch die radarbasierte Abstands- und Geschwindigkeitsregelung „Adaptive Cruise Control“ ACC vor. Dieser Meilenstein machte das Fahren in erster Linie komfortabler, diente aber auch der Verkehrssicherheit. ACC basiert auf der konventionellen Geschwindigkeits-

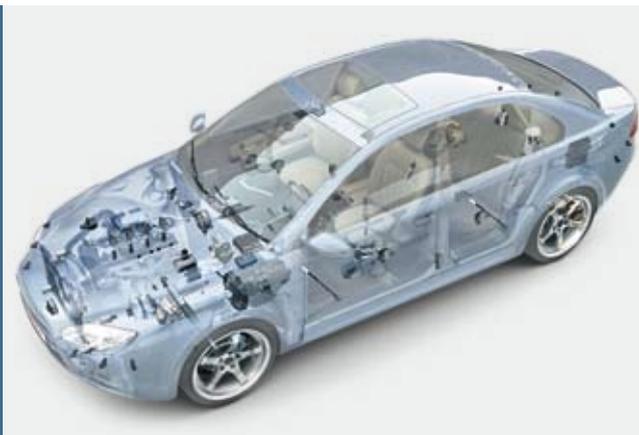
Die Urahnen der heutigen Fahrerassistenzsysteme: rechts der Winker (1927), Fahrtrichtungsanzeiger und Vorläufer des Blinkers, und unten links die Radglocke (1923), ein Reifendruckwarner



regelung (Tempomat), die eine vom Fahrer vorgegebene Wunschgeschwindigkeit hält. Darüber hinaus kann ACC die Fahrgeschwindigkeit durch selbsttätiges Beschleunigen oder Bremsen wechselnden Verkehrsbedingungen anpassen. Basis hierfür sind die Daten eines Radarsensors, der stets den Bereich vor dem Fahrzeug überwacht. Nähert man sich einem vorausfahrenden Fahrzeug oder schert ein anderes in die Fahrspur vor dem eigenen Fahrzeug ein, bremst ACC sanft ab und sorgt so dafür, dass ein bestimmter Mindestabstand eingehalten wird. Ist die Fahrbahn wieder frei, beschleunigt ACC das Fahrzeug wieder bis zu der vom Fahrer eingestellten Wunschgeschwindigkeit. Im Jahr 2007 ging erstmals die Variante ACC Stop&Go in Serie, die das Fahrzeug selbsttätig bis zum Stillstand abbremst sowie automatisch wieder anfahren kann.

Sicht auch bei Dunkelheit: Nachtsichtsystem Night Vision

Andere Systeme nehmen dem Fahrer keine Arbeit ab, verbessern aber entscheidend die Orientierung – gerade bei schlechter Sicht. Beispiel ist das Infrarot-Nachtsichtsystem „Night Vision“, das 2005 auf den Markt kam. Dieses bietet dem Fahrer ein mehr als dreimal größeres Sichtfeld als



herkömmliches Ablendlicht – ohne andere Verkehrsteilnehmer zu blenden. Beim Bosch-System leuchten zwei Scheinwerfer die Straße mit Lichtkegeln aus, die für das menschliche Auge unsichtbar sind. Eine hinter der Frontscheibe installierte Videokamera nimmt die Straßenszene auf und gibt die Bilddaten über ein Steuergerät an ein Display im Kombiinstrument weiter. Das Display zeigt dem Fahrer ein brillantes Schwarzweißbild der Verkehrssituation an. Es bietet dem Fahrer somit wertvolle Informationen über den Straßenverlauf, gefährdete Verkehrsteilnehmer sowie Hindernisse und Gefahren auf und neben der Fahrbahn.

Lenken wie von Geisterhand: der Einparkassistent

Im Jahr 2008 knüpfte Bosch mit einem neuen Produkt an die Idee der Einparkhilfe an. Es ging dabei nicht nur darum, das Einparken zu erleichtern, sondern dem Fahrer den größten Teil der Arbeit abzunehmen. Der Einparkassistent, so der Name, verfügt über zwei zusätzliche, seitlich im vorderen Stoßfänger sitzende Ultraschallsensoren, die im Vorbeifahren bis zu einer Geschwindigkeit von 30 Stundenkilometern den Fahrbahnrand auf mögliche Parklücken abscannen. Erkennt der Einparkassistent eine passende Parklücke, erhält der Fahrer umgehend eine Rückmeldung. Aktiviert

dieser das System, so leitet es das Parkmanöver ein und berechnet in Sekundenbruchteilen den bestmöglichen Weg in die Lücke, die erforderlichen Lenkmanöver und die Anzahl der Züge. Ab dann übernimmt der Einparkassistent das Kommando: Der Fahrer lässt das Lenkrad los und kontrolliert den Einparkvorgang durch Gas geben und bremsen. Der Assistent führt mit Unterstützung der elektrischen Servolenkung automatisch alle erforderlichen Lenkbewegungen aus und führt das Fahrzeug zielgenau in die Lücke. Der Fahrer kann das Manöver jedoch jederzeit abbrechen.

Notbremung ohne Fahrer: voraus- schauende Sensorik

In kritischen Situationen entscheiden oft nur Sekunden, ob der Fahrer einen Auffahrunfall vermeiden kann oder nicht. Die Unfallforschung zeigt, dass die meisten Fahrer in einer Gefahrensituation zu zögerhaft oder oftmals überhaupt nicht bremsen. Bosch hat deshalb das mehrstufige „voraus-schauende“ Notbremssystem entwickelt, das 2010 in Serie ging. Es basiert auf der Vernetzung von Radar- und Videosensoren mit dem ESP® und unterstützt den Fahrer bei einem drohenden Auffahrunfall, um diesen zu verhindern oder zumindest die Aufprallgeschwindigkeit zu reduzieren.

Bild oben links:

Bis zu 100 Sensoren werden in einem Auto verwendet. Sie sind für komplexe Fahrerassistenzsysteme unverzichtbar, weil sie exakte Daten als Basis für die Steuerung und Regelung der Systeme liefern (2008).

Bild oben rechts:

In der Nacht kann es passieren, dass Passanten auf der Straße übersehen werden. Das Nachtsichtsystem „Night Vision“ zeigt mit kombinierten Infrarot- und Wärmebildern, was der Lichtkegel selbst modernster Scheinwerfer nicht erfasst (2005).



Noch vor einigen Jahren Vision ist der Einparkassistent seit 2008 Realität. Die Vermessung der Parklücke erfolgt automatisch und wie von Geisterhand führt die Elektronik alle Lenkbewegungen ohne Zutun des Fahrers aus.

Ein Kollisionswarnsystem ist die erste Stufe dieses vorausschauenden Notbremsystems, die Bosch auf den Markt brachte. Es erkennt eine Kollisionsgefahr im Ansatz und bereitet das Bremssystem für eine bevorstehende Notbremsung vor. So steht dem Fahrer die volle Bremsleistung wichtige Sekundenbruchteile früher zur Verfügung. Zudem warnt es den Fahrer frühzeitig durch ein akustisches oder optisches Signal und anschließend zum Beispiel durch einen kurzen Bremsruck. Der Fahrer wird auf die akute Gefahr aufmerksam und kann noch reagieren, um die Kollision zu verhindern. Der Notbremsassistent, die zweite Stufe des Systems, berechnet kontinuierlich, wie stark das Fahrzeug abgebremst werden muss, damit die Kollision vermieden werden kann. Bremst der Fahrer nach der Kollisionswarnung rechtzeitig, aber nicht ausreichend stark, erhöht der Notbremsassistent den Bremsdruck auf das erforderliche Maß. So unterstützt die Funktion den Fahrer effektiv beim Bremsen. Bis ein Fahrer in einer kritischen Situation reagiert, verstreicht oft wertvolle Zeit. Diese Zeit nutzt die automatische Notbremsung, die dritte Ausbaustufe des Systems. Im Anschluss an die Kollisionswarnung leitet die Funktion automatisch eine Teilbremsung ein. Diese bremst das Fahrzeug deutlich ab und ver-

schaft dem Fahrer so mehr Zeit zum Reagieren. Sobald er die Bremse tritt, unterstützt ihn der Notbremsassistent und erhöht den Bremsdruck so weit, dass ein Unfall wenn möglich verhindert wird. Reagiert der Fahrer weiter nicht, löst das System kurz vor dem Aufprall eine Vollbremsung aus. Diese kann den Unfall nicht mehr verhindern, die Aufprallschwere und damit die Verletzungsgefahr aber deutlich senken.

Wenn nichts mehr geht: Passive Sicherheit mildert Folgen

Lässt sich ein Unfall trotzdem nicht vermeiden, bieten passive Sicherheitssysteme, wie Airbags und Sicherheitsgurte, bestmöglichen Schutz für die Insassen. Sie halten die bei einem Unfall auf den Körper wirkenden Beschleunigungen und Kräfte möglichst niedrig und reduzieren somit die Schwere der Verletzungen. Durch die Vernetzung der Airbagsteuerung mit dem ESP® oder der Umfeldsensorik, zum Beispiel einer Videokamera oder eines Radarsensors, entstehen neue Funktionen, die einen drohenden Unfall früher erkennen können. Sie helfen zum Beispiel, die Airbags im Fahrzeug wertvolle Millisekunden früher auszulösen. Dadurch kann der Schutz der Insassen optimiert werden – bereits vor einer drohenden Kollision.

Meilensteine

1923	1927	1993	2000	2005	2005
Bosch-Radglocke	Bosch-Winker	Einparkhilfe	Adaptive Cruise Control ACC	Nachtsichtsystem Night Vision	Vorausschauender Bremsassistent

Ausblick

Die Verkehrsdichte wird in den kommenden Jahrzehnten weiterhin weltweit zunehmen, in den „Emerging Markets“ wie China oder Indien sehr schnell, in Europa und Amerika sowie Australien und Afrika kontinuierlich. Gleichzeitig wird der demografische Wandel in vielen Ländern zu immer mehr älteren Verkehrsteilnehmern führen. Deswegen werden Fahrerassistenzsysteme immer wichtiger. Das betrifft Komfortsysteme ebenso wie Navigations- und Sicherheitssysteme. Nur so wird sich die Zahl der Unfälle und Unfallopfer weiter senken und der Verkehr in Ballungsräumen flüssig halten lassen.

Es ist die Überzeugung von Bosch, dass auch in Zukunft der Fahrer selbst bestimmt, wohin die Reise geht. Er hat am Ende alle Entscheidungen zu treffen und zu verantworten. Fahrerassistenzsysteme bleiben stille Helfer. Sie dürfen nur dann eingreifen, wenn entweder der Fahrer sie aktiviert oder wenn eine lebensbedrohliche Situation unmittelbar bevorsteht, auf die er nicht mehr rechtzeitig reagieren kann.

Fahrerassistenzsysteme

Die Anfänge

Der Vorläufer aller Fahrerassistenzsysteme von Bosch war die Bosch-Radglocke von 1923, ein akustischer Luftdruckwarner. Sank der Reifendruck stark ab, so schlug der Ausleger des am Rad befestigten Gerätes an die Reifenflanke und Glockenschläge ertönten. Die Geschichte der modernen, elektronisch gesteuerten Fahrerassistenzsysteme begann Ende der 1980er Jahre mit dem Projekt „PROMETHEUS“ der Europäischen Union (PROgram for a European Traffic with Highest Efficiency and Unlimited Safety). Dahinter stand die Vision vom automatisierten Fahren.

Die Entwicklungsgeschichte

Fahrerassistenzsysteme machen das Autofahren sicherer und komfortabler. Sie helfen, dass der Fahrer sich ganz auf das Verkehrsgeschehen konzentrieren kann und nicht abgelenkt wird. Sie sind eine Konsequenz aus der drastisch zunehmenden Verkehrsdichte der vergangenen Jahrzehnte, die vom Fahrer mehr und mehr Aufmerksamkeit verlangt. Beispiele sind neben der klassischen Einparkhilfe (1993) die adaptive Abstands- und Geschwindigkeitsregelung ACC (2000), der Nachtsichtassistent (2005), der vorausschauende Bremsassistent (2005) oder der Einparkassistent (2008), der die Parklücke im Vorbeifahren vermisst und beim Einparken die Lenkvorgänge übernimmt. In dieses Umfeld gehören auch Navigationssysteme mit Routenführung samt Stauwarnung.

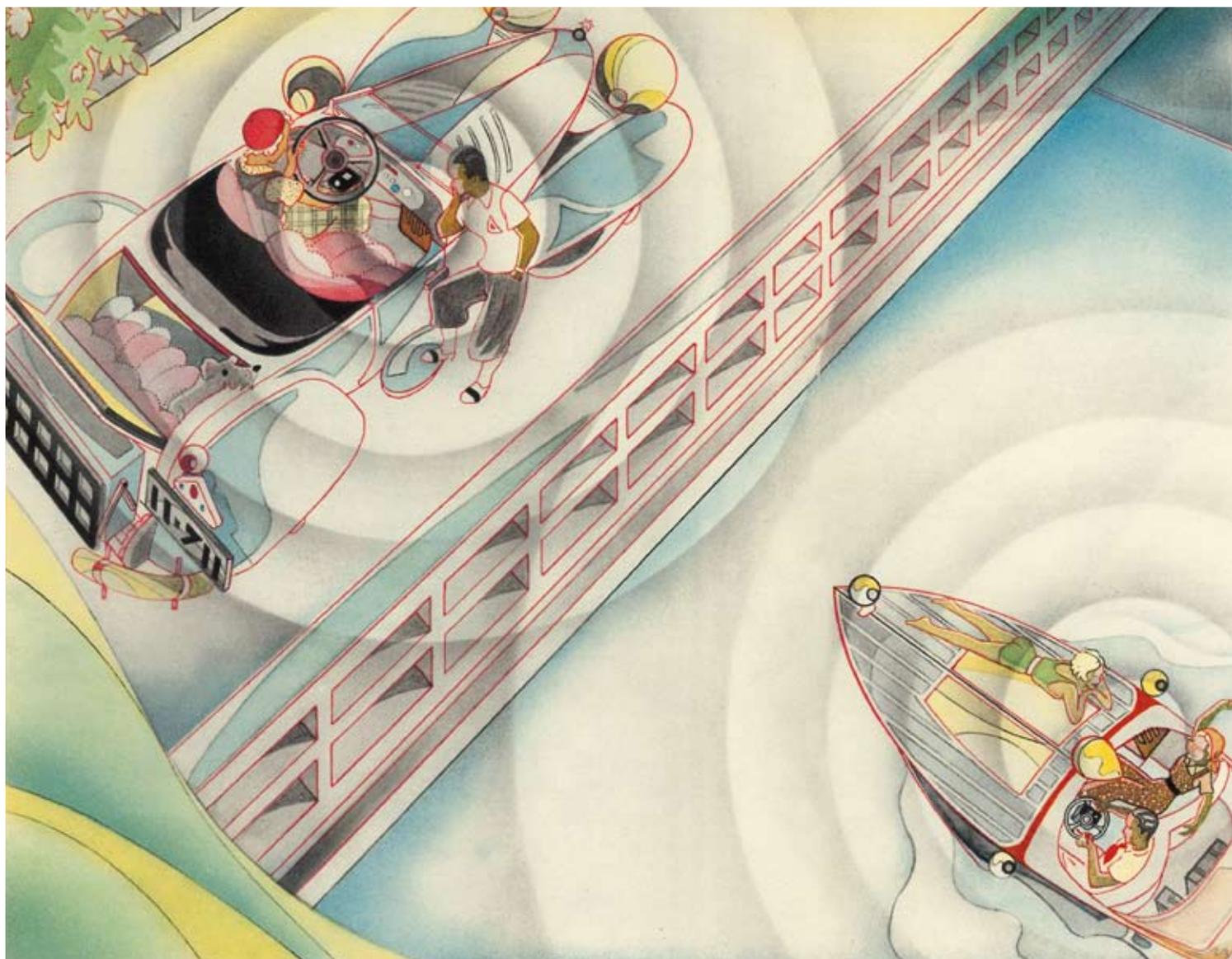
Der erste Einsatz

Nimmt man die Urahen wie Radglocke und Winker aus, so begann die Geschichte der Fahrerassistenzsysteme mit der Markteinführung der ultraschallbasierten Einparkhilfe im Jahr 1993. Das System unterstützte den Fahrer beim zielsicheren Einparken und Rangieren, indem es den Nahbereich vor und hinter dem Fahrzeug überwachte und den Fahrer über ein Stufenwarnsystem Hindernisentfernungen im Bereich bis etwa 250 Zentimeter akustisch beziehungsweise optisch meldete.

Die Gegenwart

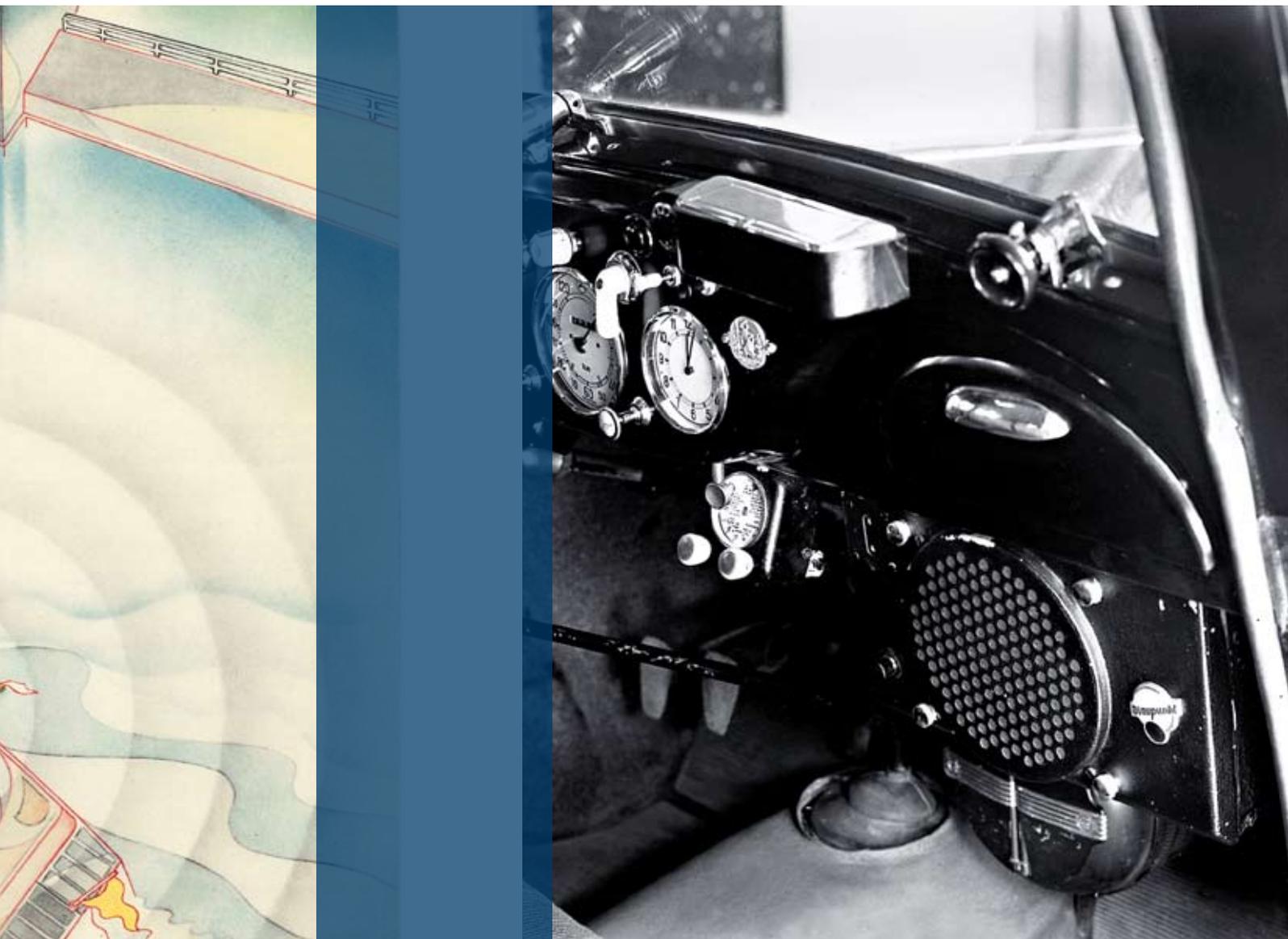
Fahrerassistenzsysteme lassen sich aus dem Auto kaum noch wegdenken. Sie machen das Fahren nicht nur komfortabler, weil sie den Fahrer bei Routineaufgaben entlasten und damit ein entspannteres Fahren ermöglichen. Sie erhöhen mit Unterstützung hoch entwickelter Sensoren auch die Sicherheit und verhindern Unfälle beziehungsweise mildern die Unfallfolgen, etwa durch eine automatische Notbremsung bei drohendem Aufprall oder durch eine frühere und präzisere Auslösung der Airbags.

2007	2008	2009	2009	2010
ACC Stop & Go	Einparkassistent	Fernbereichsradarsensor LRR3	Night Vision plus mit Fußgängererkennung	Vorausschauendes Notbremssystem



Entertainer, Stauberater, Kurvenwarner Car Multimedia im Auto

Der Autozulieferer Bosch suchte seit der ersten Krise in der Automobilindustrie 1926 neue Standbeine. Als Teil dieser Strategie übernahm Bosch 1933 den Radiohersteller Ideal-Werke Berlin, der seit 1938 Blaupunkt-Werke hieß. Die erste Gemeinschaftsarbeit beider Unternehmen war das erste seriengefertigte Autoradio Europas, das Autosuper 5. Heute gehört die Marke Blaupunkt nicht mehr zum Unternehmen. Bosch konzentriert sich ganz auf Car Multimedia für die Erstausrüstung in Automobilen.



Das Autosuper 5 war eine 12 Kilogramm schwere Metallkiste, die nur mühsam unter dem Armaturenbrett Platz fand. Als erstes serienfertiges Autoradio in Europa war es 1932 dennoch eine Sensation. Bei einem Preis von über 300 Mark, dem Monatsgehalt eines gut verdienenden Ingenieurs bei Bosch, war der Verkaufserfolg zunächst bescheiden. Auch technische Probleme beeinträchtigten vorläufig die größere Verbreitung: Die Röhren hielten den Erschütterungen der holprigen Landstraßen noch nicht dauerhaft stand. Ab 1935 waren diese Probleme aber bereits mit dem Nachfolgemodell 5A75 vom Tisch.

Nach der Verlegung des Firmensitzes von Berlin nach Hildesheim begann die Produktion 1949 mit dem Autoradio 5A649. Das Autoradio wurde systematisch zum Massenprodukt weiterentwickelt. So war bereits 1950 ein Gerät für den Einbau in den VW „Käfer“ erhältlich. 1952 folgte das erste UKW-Radio, 1954 der erste Sendersuchlauf und 1957 die Transistortechnik, die die Radios kleiner und leichter machte. Für ausflugbegeisterte Menschen gab es ab 1960 das „Westerland“, das sich für das sonntägliche Picknick aus dem Einbauschacht entnehmen ließ. 1969 kam das erste Stereo-Autoradio in Europa auf den

Bild links:

Titelblatt des ersten Werbeprospekts für Blaupunkt-Autoradios (1932). Das „Autosuper 5“ war für Autos wie für Motorboote und Flugzeuge lieferbar.

Bild rechts:

Die voluminösen Autoradios der 1930er Jahre waren unter dem Armaturenbrett angebracht, die Fernbedienungen daneben in Griffweite des Fahrers wie hier beim Modell 7A78 (1938).



Für den Volkswagen Typ 1 „Käfer“ gab es ein eigens angepasstes Autoradio ab 1951 – das A 51 L. Es war auf den Einbauschacht des „VW-Käfers“ abgestimmt.

Markt, 1985 der erste CD-Spieler und 2001 das erste MP3-abspiehfähige Radio für das Automobil.

Information und Unterhaltung

Zur Unterhaltung kam in den 1970er Jahren die Fahrerinformation als wichtiger Zweck des Autoradios hinzu. 1974 stellte Blaupunkt den Verkehrsfunkdecoder ARI (Autofahrer-Rundfunk-Information) vor. Mit ARI konnten alle Autoreisenden erfahren, auf welchen Autobahnen sich Staus gebildet hatten. Dies ermöglichte das rechtzeitige Ausweichen auf verkehrsrärmere Routen, und trug wegen des Vorwarneffekts auch zur Verkehrssicherheit und Unfallver-

meidung bei. ARI erfasste das Zusatzsignal derjenigen Sender, die Verkehrsnachrichten ausstrahlten. Mit einer Leuchtdiode zeigte der Decoder dem Fahrer an, ob ein Sender gewählt war, der über diese Informationen verfügte. So konnten die Insassen sicher sein, immer zur vollen Stunde nach den Nachrichten die Verkehrsmeldungen zu hören, auch wenn das Radio leise gedreht war oder eine Musikkassette lief.

Autarke Navigation

Im Jahr 1983 stellte Blaupunkt erstmals Prototypen zur Fahrzeugnavigation vor. Der „Elektronische Verkehrslotse für Autofahrer“, abgekürzt EVA, lotste den Fahrer

Meilensteine

1932	1949	1952	1957	1960	1965
Erstes Autoradio Autosuper 5 (AS 5)	Erstes Nachkriegsautoradio 5A649 mit zwei Wellenbereichen	UKW-Autoradio	Autoradios Köln, Bremen, Hamburg, Berlin mit Transistortechnik	Westerland, Kombination aus Autoradio und tragbarem Reiseempfänger	Autotonbandgerät



BLAUPUNKT



**Autoradio
Kofferradio**

Vielleicht doch ein anderer Sender? Blaupunkt Autoradios gab es für alle gängigen Autotypen mit individuell abgestimmter Frontblende (1968).

mit Hilfe einer elektronischen Landkarte ans Ziel. Die Eingabe von Start- und Zielkoordinaten reichte, und schon teilte dem Fahrer eine sonore Stimme mit, wann er wo abbiegen müsse, um direkt ans Ziel zu gelangen. Rad-Drehzahlsensoren erfassten Fahrstrecken und Richtungswechsel und glichen die Bewegung des Fahrzeugs mit der gewählten Route ab.

Die Entwicklung hatte noch etliche Hürden zu nehmen, aber dank des neuen Speichermediums CompactDisc (CD), das die nötigen Datenmengen für alle Straßen Deutschlands speichern konnte, und mit der seit Mitte der 1990er Jahre eingeführten

satellitengestützten Ortung konnte Blaupunkt mit dem TravelPilot 1995 ein Produkt vorstellen, das einen handelsüblichen Straßenatlas an Bord von nun an nicht mehr erforderlich machte. Akustische Ansagen über die Fahrtroute, die so genannte Sprachausgabe, sorgten dafür, dass der Fahrer sich ganz auf das Geschehen auf der Straße konzentrieren konnte und nicht durch den Blick auf den Bildschirm abgelenkt war. Der TravelPilot, damals noch über 4000 DM teuer, stand Pate für die Vielfalt an Navigationssystemen, die heute ein Massenphänomen sind.

1969	1974	1976	1979	1982	1985
Stereoradio Frankfurt	Verkehrsfunk- decoder (ARI)	Autoradio mit integriertem Verkehrsfunk- decoder (ARI)	Quartz-Tuning- System, PLL- Synthesizer-Tuner	Elektronischer Verkehrslotse für Autofahrer (EVA)	CD-Spieler



Bild oben:

Mit dem TravelPilot IDS war 1989 eine exakte Routendarstellung möglich. Erfolgreich machte die Navigation aber erst die Routenführung mit Sprachausgabe im TravelPilot RG 05 (1995). Sie brachte den Fahrer ans Ziel, und dieser konnte sich voll auf den Straßenverkehr konzentrieren.

Bei den Autoradios waren es vor allem die Komfortverbesserungen, die von Ende der 1980er Jahre an die technische Entwicklung prägten: Senderidentifikation Radio Data System (RDS), die gespeicherten Verkehrsinformationen des Traffic Information Memory (TIM) und Diebstahlschutz wie abnehmbare Bedienteile und codierte „Keycards“. Die 1990er Jahre brachten Innovationen für Fahrerinformation und Kommunikation, zum Beispiel das „Radio-Phone“ – Autoradio und Mobiltelefon in einem Gehäuse. Das digitale Autoradio sorgte 2002 mit der neuen Empfangstechnik DAB (Digital Audio Broadcasting) für störungsfreien Empfang.

Intelligente Vernetzung für mehr Sicherheit und weniger Verbrauch

Heute entwickelt Bosch Car Multimedia Lösungen zur Integration von Entertainment-, Navigations- und Fahrerassistenzfunktionen im Erstausrüstungsgeschäft, sowohl für Privatfahrzeuge als auch Unternehmensfuhrparks. Die Komponenten werden dabei in der Regel in enger Kooperation mit dem Fahrzeughersteller für dessen Modelle konzipiert und gefertigt. Ein Novum ist dabei die zunehmende Vernetzung der Navigation mit anderen Funktionen im Auto, die das Autofahren sicherer macht und Verbrauch und Abgasemissionen senken hilft. Zum Beispiel kann Navigation als

1986	1987	1988	1989	1992	1995
Diebstahlschutz durch Keycode	Dolby-C-Rauschunterdrückung, abnehmbares Bedienterminal	Radio Data System RDS	Erstes Fahrzeug-Navigationssystem in Europa (TravelPilot IDS)	Verkehrsmeldungsspeicher (TIM)	Navigationssystem mit GPS-Steuerung, Routenführung und Sprachsteuerung TravelPilot RGS05

Bild links:

Heutige Infotainmentsysteme von Bosch können weltweit in den Fahrzeugmodellen eines Herstellers zum Einsatz kommen. Die Systemarchitektur lässt sich flexibel auf die technischen Gegebenheiten und kulturellen Eigenheiten des jeweiligen Landes anpassen (2010).

Sensor genutzt werden: Durch die an Bord verfügbare digitale Landkarte etwa kann der Fahrer vor risikoträchtigen Streckenabschnitten – etwa scharfen Kurven – frühzeitig gewarnt werden.

Navigation kann aber auch Verbrauch und Emission durch die Wahl einer möglichst ökonomischen Route (genannt „Eco-Route“) drosseln. Es geht dabei nicht nur um den kürzesten Weg, sondern um den Verbrauch bestimmende Faktoren. Dazu gehören ebenso das Vermeiden häufigen Bremsens und Beschleunigens wie auch gute Verkehrsbedingungen für staufreies und gleichmäßiges Fahren.

Musik und Information im Auto**Die Anfänge**

Im Jahr vor der Übernahme der Ideal-Werke (später Blaupunkt) 1933 durch Bosch konstruierten Ingenieure beider Firmen in Stuttgart das erste seriengefertigte Autoradio Europas.

Die Entwicklungsgeschichte

Das erste Autoradio, das „Autosuper 5“ (AS5) für stolze 365 Reichsmark, machte Musik im Auto möglich. Im Gegensatz zu Heimradios musste es aber autotauglich gemacht werden, zum Beispiel durch schüttelfeste Radioröhren. Bezahlbar und Massengut wurden Autoradios erst ab den 1950er Jahren. Analog zur Entwicklung der Heimerätetechnik bot Bosch für die Autohersteller innovative Gerätevarianten an – bis 2008 auch noch im Fachhandel unter dem Markennamen Blaupunkt. Transistor- und Stereogeräte, Kassetten-, CD- und MP3-Spieler sowie Verkehrsfunkerkennung und Geräte mit Telefon oder Navigationssystem.

Der erste Einsatz

Das AS5 war in Automobilen genauso installierbar wie in Flugzeugen oder Motorbooten. Die Gesamtproduktion des Gerätes wird auf nur 400 Exemplare geschätzt – ein Luxusgut, von dem fünf Stück so teuer waren wie ein Kleinwagen.

Die Gegenwart

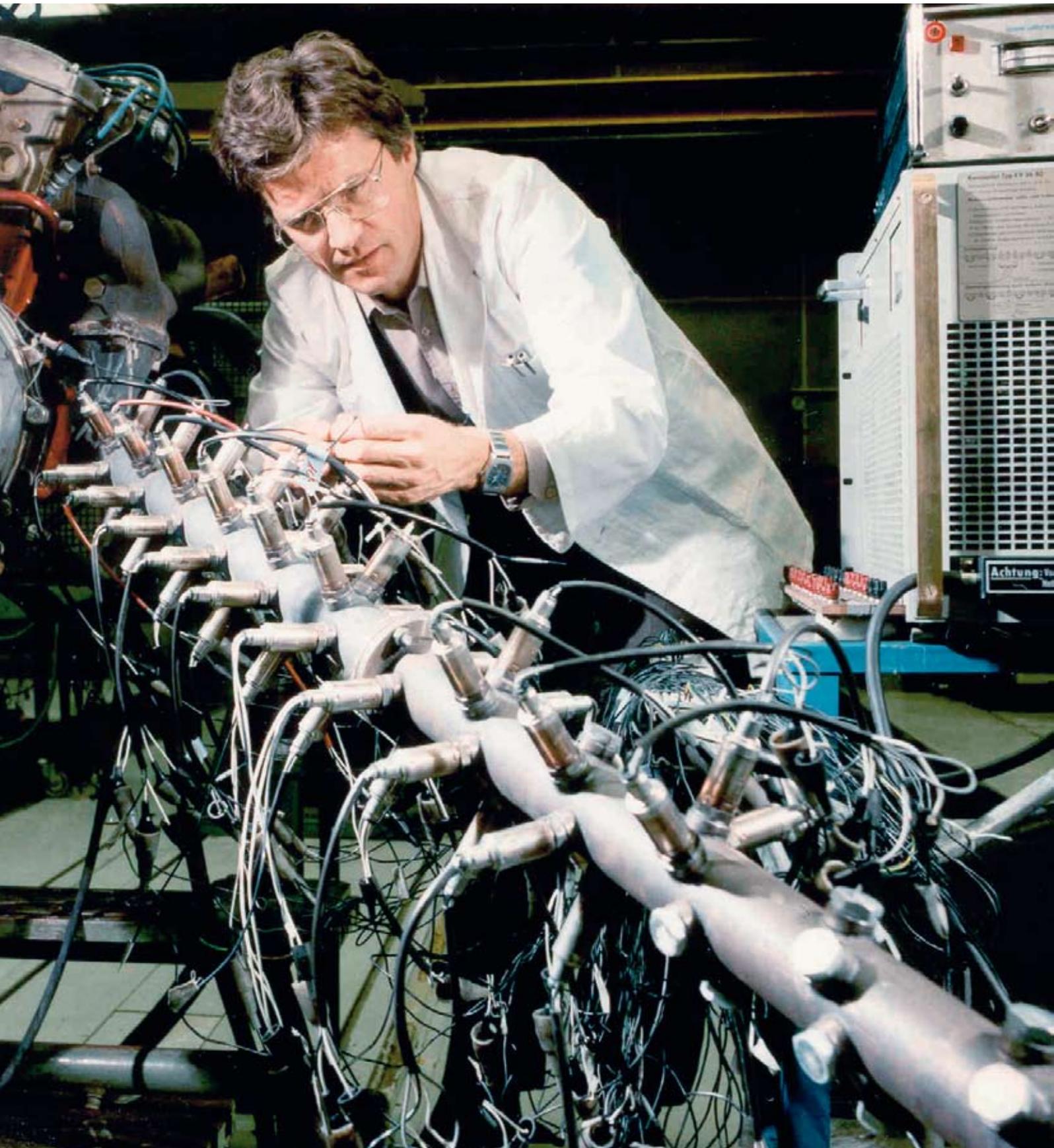
Bosch Car Multimedia entwickelt Lösungen zur Integration von Entertainment-, Navigations- und Fahrerassistenzfunktionen im Erstausrüstungsgeschäft, sowohl für Privatfahrzeuge als auch Unternehmensfuhrparks. Die Komponenten werden dabei in der Regel in enger Kooperation mit dem Fahrzeughersteller für neue Modelle entwickelt.

1997	2000	2002	2003	2005	2008
Radiophone, Kombination aus Autoradio und GSM-Mobiltelefon	Autoradio Dallas RDM169 mit MiniDisc-Laufwerk	Navigationssystem TravelPilot mit Onlineanbindung	Digital-Autoradio Woodstock DAB53 mit MP3-Laufwerk und „Digital Recording“	Erstes Radionavigationssystem mit Kartenzoom und Farbdisplay	Erste mobile Navigation mit integrierter Kamera für Videonavigation und für die Verkehrsschilderkennung

Entwicklungsziel: **„Sicher, sauber, sparsam“**

Mit der Lambda-Sonde setzte Bosch 1976 einen entscheidenden Meilenstein zur Abgasreduktion. Um rund 90 Prozent ließen sich die Emissionen mit regeltem Dreiwegkatalysator und Lambda-Sonde senken.





Sicher, sauber, sparsam

Das 3-S-Programm von Bosch

Es war das Jahr nach der ersten Ölkrise 1973, als Bosch das Programm „Sicher, sauber, sparsam“ (3-S-Programm) 1974 der Öffentlichkeit vorstellte. Eine knappe Formel war für das gefunden, was seit Jahrzehnten zur Unternehmensphilosophie gehörte und bei Bosch auch heute noch gilt: Menschen zu schützen, Fahrzeuge sparsam zu machen und Emissionen zu senken.



Im nordschwedischen Arjeplog testet Bosch seit den 1970er Jahren Systeme für Bremsen und Fahrwerk. Im Lastwagen und im Bus werden das ABS und die damals kurz vor der Serienfertigung stehende Antriebsschlupfregelung ASR auf Herz und Nieren geprüft (1986).

Sicher

„Sicher“ steht für die aktive und passive Sicherheit in Kraftfahrzeugen. Dazu zählt das Antiblockiersystem ABS (1978) ebenso wie Auslösegeräte für Airbags (1980). Mit dem Elektronischen Stabilitäts-Programm ESP® setzte Bosch 1995 Maßstäbe. Forschungsergebnisse über den signifikanten Rückgang schwerer Unfälle bei Fahrzeugen mit ESP gaben der von Bosch massiv voran-

getriebenen Forschung und Entwicklung bei Sicherheitssystemen recht. Systeme wie ABS oder ESP® sind heute schon Standard bei fast allen Neuwagen in Europa oder werden es in den kommenden Jahren werden.

Beispiel für die neuesten Entwicklungen im Bereich Sicherheit und Komfort sind Nachtsichtsysteme, der Einparkassistent, die Überrollsensoren, eine Sitzbelegungs-



Erkennung für das Auslösen der Airbags und die „Precrash“-Sensorik. Letztere strafft die Gurte bei Vollbremsungen und drohendem Aufprall und bereitet die Auslösung der Airbags vor. Die Automatische Notbremse mindert Unfallfolgen und das Abstandsradar Adaptive Cruise Control ACC sorgt für einen gleichbleibenden Sicherheitsabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug.

Sauber

Das Stichwort „sauber“ im „3-S-Programm“ umfasst das Engagement für die Reduzierung von Abgasemissionen. 1967 brachte Bosch einen der ersten Meilensteine für das „saubere“ Auto auf den Markt. Mithilfe der elektronischen Benzineinspritzung Jetronic erfüllte der Volkswagen 1600 E die strengen kalifornischen Abgasgesetze. Dies war der Startschuss für den erfolgreichen Einsatz

Im Motorenprüffeld im Technischen Zentrum Benzineinspritzung in Schwieberdingen bei Stuttgart (1986). Im Bild werden serienreif entwickelte Motorsteuerungen unter harten Praxisbedingungen erprobt.

elektronischer Motorsteuerungen für Diesel- und Benzinmotoren, die allen gesetzlichen Vorgaben mehr als gerecht wurden.

Dem Ziel der Senkung von Emissionen trug Bosch besonders mit der Lambda-Sonde Rechnung, die seit 1976 produziert wird. Erst mit der Lambda-Sonde war der Betrieb eines Dreiwegekatalysators möglich, der die Abgaswerte eines Benzinmotors um bis zu 90 Prozent reduziert. Heute ist weltweit nahezu jeder neue Benziner mit einer Lambda-Sonde ausgestattet – zumeist von Bosch. Selbst bei modernen Dieselmotoren

lassen sich mit der Lambda-Sonde Emissionen effektiv reduzieren. Auch hier ist Bosch Pionier in Sachen Umweltschutz.

Sparsam

Die dritte Säule des „3-S-Programms“ ist die Senkung des Kraftstoffverbrauches. Schon gut 20 Jahre vor dem Start des Programms setzte Bosch Maßstäbe: Benzeinspritzsysteme an Kleinwagen reduzierten den Verbrauch um bis zu 20 Prozent. Die ersten Systeme waren allerdings noch teuer, Benzin dagegen billig, sodass sie sich nicht durchsetzen konnten. Mit den Ölpreis-



Bild links: Sicherer oder sauberer? Emissionen standen 1950 weniger im Mittelpunkt als das Sicherheitsrisiko durch schlechte Sicht: Bosch empfahl die regelmäßige Wartung von Dieseleinspritzpumpen.

Bild rechts: Fahrerassistenzsysteme können eine gleichmäßigere und damit sparsamere Fahrweise bewirken. Sie können aber auch, wie hier die erprobte Videosensorik für Verkehrszeichenerkennung, Unfälle verhindern helfen (2000).



Meilensteine

1976	1978	1979	1980	1986	1995
Lambda-Sonde	Antiblockiersystem ABS	Elektronische Motorsteuerung Motronic	Airbagsteuerung	Elektronische Dieselregelung EDC Antriebsschlupfregelung (ASR)	Elektronisches Stabilitäts-Programm ESP®

schwankungen und den Verbrauchsgesetzen seit den 1960er Jahren jedoch begannen die Konzepte von Bosch Früchte zu tragen.

Erfolgreich wurde Bosch vor allem mit der präzisen Dosierung von Kraftstoffen durch Benzineinspritzanlagen, ab 1967 auch mit elektronisch gesteuerten. Mit der Einführung der Motronic im Jahr 1979, einer Kombination aus Zünd- und Einspritzanlage, sind diese Funktionen zur „Motorsteuerung“ vernetzt. Bei Dieselmotoren hat Bosch vor

allem in den 1990er Jahren verschiedene innovative Systeme auf den Markt gebracht, von denen sich das Common-Rail-System durchgesetzt hat. Der Spareffekt ergibt sich durch hohe Einspritzdrücke von bis über 2000 Bar, die für eine feine Zerstäubung des Kraftstoffs und damit eine effektive Verbrennung sorgen, sowie durch Mehrfacheinspritzung. Das senkt nicht nur die Emissionen und verhilft dem Diesel zu einer temperamentvollen Leistungsentfaltung, sondern spart Kraftstoff und reduziert damit direkt den Kohlendioxidausstoß.



Sicher, sauber, sparsam

Die Anfänge

Der Startschuss für das Programm fiel im November 1974. Bosch bündelte seine Kompetenz, um Autos sicherer, sauberer und sparsamer zu machen. Schon vorher hatte Bosch Produkte angeboten, die den Verbrauch senkten, vor und bei Unfällen schützten und die Emissionen reduzierten. Das Programm fasste diese Bemühungen unter einem Namen zusammen.

Die Entwicklungsgeschichte

Strengere Abgasvorschriften, dichter Verkehr, mehr Unfälle und steigende Kraftstoffpreise zwangen die Autohersteller zu handeln. Bosch konnte vielen Anforderungen zuvorkommen, wie einige Beispiele zeigen: Die Jetronic und die Lambda-Sonde für Benzinmotoren etwa ermöglichten die Einhaltung strengster Abgasgesetze schon frühzeitig, Hochdruck-Dieselsysteme wie Common Rail die Senkung von Verbrauch und Kohlendioxidausstoß. Zusätzlich helfen bei Verbrauchs- und Emissionsreduzierung neue Motormanagementsysteme wie das 2007 präsentierte Start-Stopp-System, das den Motor zum Beispiel beim Ampelstopp ausschaltet.

Die Gegenwart

Die „drei S“ haben nichts von Ihrer Aktualität verloren. Die Tradition, Verbrauch, Emissionen und Sicherheit mit neuen Produkten zu optimieren, zieht sich wie ein roter Faden durch die Geschichte von Bosch und wird auch die Zukunft des Unternehmens prägen: Piezo-Injektoren, Abgasnachbehandlung, aber auch wegweisende Technologien wie Hybrid- oder Elektroantrieb sind Beispiele für die Zukunft des sicheren, sauberen und sparsamen Automobils mit Technik von Bosch. Für Fahrerassistenzfunktionen, die den Verkehrsalltag erleichtern, steht der Begriff „komfortabel“, der das „3-S“-Leitmotiv ergänzt. Die Produktpalette reicht vom Einparkassistenten bis zum Abstandsradar.

1997	2000	2005	2007	2010
Dieseleinspritzsystem Common-Rail	Abstandsradar Adaptive Cruise Control ACC	Fahrerassistenzsystem Night Vision	Start/Stopp-System	Hybridsystem für Personewagen

Was ist was?

ABS	(siehe Antiblockiersystem)
ACC	(siehe Adaptive Cruise Control)
Adaptive Cruise Control (ACC)	Adaptive Geschwindigkeitsregelung. Seit 2000 in Serie. ACC ist ein Fahrerassistenzsystem auf Basis eines Geschwindigkeitsreglers. Auf diesem wird eine Wunschgeschwindigkeit festgelegt. ACC bremst und beschleunigt in Abhängigkeit vom Verkehrsfluss. Dazu überwacht es mit einem Radarsensor den Raum vor dem Fahrzeug. Entdeckt das System ein langsamer vorausfahrendes Fahrzeug, senkt es die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs so weit ab, dass es in einem vorab definierten Sicherheitsabstand folgt. Ist die Fahrbahn wieder frei, so beschleunigt ACC das Fahrzeug auf die eingestellte Geschwindigkeit.
ALI	(siehe Autofahrer-Leit- und Informationssystem)
Anlasszylinder	Kombination aus Anlasser und Magnetzündsystem. Ab 1932 in Serie. Beide Funktionen sind kombiniert, um die Größe zu reduzieren. Eingesetzt bei Motorrädern und Kabinenrollern.
Antiblockiersystem (ABS)	Seit 1978 in Serie. Bei Bremsungen auf glattem Grund sorgt ABS dafür, dass die Räder nicht blockieren und das Fahrzeug lenkbar bleibt. Radsensoren überwachen die Blockierneigung der Räder und geben diese Information an eine elektronische Steuerung weiter. Sobald ein Rad zu blockieren droht, senkt diese Steuerung die Bremskraft der betroffenen Räder millisekundenschnell durch Abziehen von Bremsflüssigkeit aus den Bremskreisen und steigert die Kraft nach Abnehmen der Blockierneigung wieder – durch Wiederzuführung von Bremsflüssigkeit. Dieser Prozess kann bei Blockierneigung in Bremssituationen bis zu 50 mal pro Sekunde erfolgen.
Antriebsschlupfregelung (ASR)	Seit 1986 in Serie. ASR verhindert das Durchdrehen der Antriebsräder. In diesem Fall reduziert die elektronische Steuerung die Umdrehungsgeschwindigkeit der Räder, bis diese wieder greifen. Das System ist eine Erweiterung des ABS und wird in einer gemeinsamen baulichen Einheit angeboten. ASR ist ein frühes Beispiel für die Vernetzung verschiedener elektronischer Steuergeräte. Wenn das ASR anspricht, greift es in die Motorsteuerung oder die Bremsregelung ein: Trotz durchgetretenen Gaspedals wird die Leistung des Motors auf diese Weise so lange gesenkt, oder die Bremse aktiviert, bis die Räder wieder greifen. Dabei kann das ASR auch ein Antriebsrad einzeln abbremsen, um die Kraft auf das andere Rad umzuleiten, wenn dieses eine bessere Traktion bietet.
ARI	(siehe Autofahrer-Rundfunk-Information)
ASR	(siehe Antriebsschlupfregelung)
Autofahrer-Leit- und Informationssystem (ALI)	1978 experimentell eingeführt, jedoch nicht in Serie angeboten. An Induktionsschleifen im Fahrbahnbelag wurde die Verkehrsdichte gemessen und an den Zentralrechner weitergegeben. Fahrzeuge mit ALI-Empfänger wurden über ansteigende Dichte (Staugefahr) informiert und mit Ausweichempfehlung versorgt. Wegen des großen baulichen Aufwands nicht flächendeckend realisiert. Heute gehören Verkehrsdichte und Stauwarnung in modernen Navigationssystemen (TravelPilot) zu den Parametern bei der Berechnung von Routen.
Autofahrer-Rundfunk-Information (ARI)	Seit 1974 in Serie. Verkehrsfunkansagen wurden seit 1969 ausgestrahlt. Mithilfe eines ARI-Dekoders (1974 separat lieferbar, ab 1976 in verschiedenen Autoradiomodellen integriert) können Sender mit Verkehrsfunk erkannt werden, sodass der Fahrer stets den Sender einstellen kann, der regelmäßig Verkehrsmeldungen ausstrahlt.
Batteriezündung	Seit 1925 in Serie. Die Batteriezündung löste die Magnetzündung ab, die zwar sehr gut, aber relativ teuer war. Während die Magnetzündung vom Motor angetrieben wird, benötigt die Batteriezündung Strom aus der Batterie. Dieser wird zur Erzeugung des Zündfunken eingesetzt. Die Batterie wiederum wird aus der Lichtmaschine (Generator) gespeist, die den Strom dynamoelektrisch mithilfe der Motorbewegung (Kurbelwellendrehung) erzeugt.
BDE	(siehe DI-Motronic)
Benzindirekt-einspritzung (BDE)	(siehe DI-Motronic)

Blockierverhinderer, Blockierschutz	(siehe Antiblockiersystem)
Bosch-Dewandre Servobremse	(siehe Servobremse)
Bosch-Licht	System aus Scheinwerfern, Lichtmaschine, Lichtmaschinenregler und Batterie. Ab 1913 in Serie. Erstes komplettes elektrisches System von Bosch. „Bosch-Licht“ ersetzte Karbid- und Azetyl-Lampen, die umständlich entzündet werden mussten und wartungsintensiv waren. Beim „Bosch-Licht“ wird Strom für den Scheinwerfer von der Batterie geliefert, die ihn – vor Überspannung durch den Regler geschützt – von der dynamoelektrischen Lichtmaschine erhält.
Bremshelf	(siehe Servobremse)
CAN	(siehe Controller Area Network)
Common-Rail-System	Dieseldirekteinspritzverfahren. Von Bosch 1997 auf den Markt gebracht, gehört es zu den zukunfts-trächtigen Systemen. Der Dieselmotorkraftstoff wird in einer zylindrisch geformten Leitung (Rail) auf hohen Druck gebracht. Die Leitung hat Verbindung zu den Einspritzventilen, über die Kraftstoff unter hohem Druck (bis zu 2000 Bar) in den Brennraum gespritzt wird. Durch gleichmäßig hohen Druck senkt Common Rail den Verbrauch. Ständiger Vorrat an Kraftstoff in der Leitung ermöglicht Mehrfacheinspritzungen, durch die der Motorlauf harmonischer wird.
Controller Area Network (CAN)	Seit 1991 in Serie. Konzept für die Datenübertragung in komplex ausgerüsteten Kraftfahrzeugen, die über eine Vielzahl vernetzter elektronischer Komponenten verfügen (zum Beispiel ABS, Motronic, ACC, Precrash-Sensorik, Airbagsteuerung, Klimaregelung, elektronische Getriebesteuerung). Statt einzeln zugeordneter Datenleitungen, die einen klassischen Kabelbaum viel zu groß und unübersichtlich werden lassen, erfolgt die Datenübertragung für die verschiedenen Komponenten über ein Datenbussystem, an das alle Komponenten angeschlossen sind. Jeder Botschaft wird ein „Identifizier“ zugeordnet, der den Inhalt und auch die Priorität der Botschaft kennzeichnet. Bei jeder Station sind die Botschaften gespeichert, die sie entgegennehmen kann. Auf diese Weise ist ein zuverlässiger Versand jeder Botschaft gewährleistet.
CR	(siehe Common-Rail-System)
CRS	(siehe Common-Rail-System)
D-Jetronic	Erste elektronische Benzineinspritzung von Bosch. Ab 1967 in Serie. Das „D“ steht für Drucksteuerung, denn die Einspritzmenge wird durch den Druck im Saugrohr bestimmt. Das elektronische Steuergerät variiert die Einspritzmenge zusätzlich aufgrund von motorseitigen Parametern (Motortemperatur, Drehzahl, Lastwechsel, Vollgas, etc.). Dadurch werden Hubraumleistung, Verbrauch und Abgasemissionen, Drehmoment und Warmlaufverhalten optimiert. Die D-Jetronic ist wartungsfrei. Es entfallen die beim traditionellen Vergaser nötigen Einstellarbeiten. Nachfolgetechnologie der D-Jetronic war die L-Jetronic.
Dewandre-Servobremse	(siehe Servobremse)
DI-Motronic	Seit 2000 in Serie. Vorläuferformen bei Pkw seit 1951 (Zweitaktmotoren) und statt 1954 (Viertaktmotoren) in Serie. Im Gegensatz zur gebräuchlicheren indirekten Einspritzung (Saugrohrein-spritzung, D-Jetronic, K-Jetronic, KE-Jetronic, L-Jetronic, LH-Jetronic) wird das Benzin-Luft-Gemisch nicht vorab aufbereitet und dann in den Zylinder gesogen, sondern der Kraftstoff per Düse direkt in den Brennraum eingespritzt. Kraftstoffeffizienzpotenzial von zehn Prozent. Bei der DI-Motronic kann bei Teillast der Kraftstoff im Schichtladeverfahren verbrannt werden. Eine relativ kleine Menge des Gemisches befindet sich nahe der Zündkerze und diese Wolke ist von Luft und anderen Gasen umgeben, sodass der Verbrauch erheblich sinkt. Erst bei hohem Leistungsbedarf, wie bei Vollgas, wird ein homogenes Gemisch verbrannt, das den gesamten Brennraum füllt. Damit ist die gewünschte hohe Leistung möglich. Die DI-Motronic wird ausschließlich in Form einer Motronic, also gemeinsamen Steuerung von Einspritzung und Zündung, geliefert.

Doppel-T-Anker	Kern des Magnetzünders, von Bosch ab 1887 gebaut (für Kraftfahrzeuge seit 1897). Er induziert durch Pendel- oder Drehbewegung Strom, der den Zündfunken zur Kraftstoffverbrennung erzeugt. Der 1918 entworfene Doppel-T-Anker ist seit 1919 als Bildmarke des Unternehmens registriert und wird seit 1920 weltweit eingesetzt.
EDC	(siehe Elektronische Dieselregelung)
EGAS	(siehe Elektronische Motorfüllungssteuerung)
EHB	(siehe Elektrohydraulische Bremse)
Elektrohydraulische Bremse (EHB)	Elektrohydraulisches Bremssystem. Ab 2001 in Serie. Bei EHB erfolgt die Übertragung der Pedalkraft auf das hydraulische Bremssystem elektronisch („Brake-by-Wire“). Sensoren erfassen, wie stark auf die Bremse getreten wird und errechnen den erforderlichen Bremsdruck auf die einzelnen Räder. Die elektronische Steuerung ermöglicht dabei auch die Einbeziehung von Informationen aus Fahrwerksystemen wie ABS oder ESP®. Der integrierte Bremsassistent erkennt schnelles Betätigen des Bremspedals als ansetzende Notbremsung und erhöht automatisch den Bremsdruck bis zur Obergrenze. Die Bezeichnung „Sensotronic Brake Control“ ist eingetragenes Warenzeichen der Daimler AG.
Elektronische Dieselregelung (Electronic Diesel Control EDC)	Seit 1986 in Serie. EDC regelt die Einspritzvorgänge eines Dieselmotors aufgrund von Gaspedalstellung, Motortemperatur, Luft-, Wasser- und Kraftstofftemperatur, Ladedruck, Atmosphärendruck etc. Aufgrund dieser Daten werden Einspritzmenge, -zeitpunkt und andere verbrauchs-, leistungs- und geräuschoptimierende Faktoren (wie Voreinspritzungen) binnen weniger Tausendstelsekunden errechnet und umgesetzt.
Elektronische Motorfüllungssteuerung (EGAS)	Seit 1995 in Serie. Bestandteil der Motorsteuerung Motronic. Stellung des Gaspedals wird elektronisch durch einen Pedalwertgeber erfasst. EGAS, das „elektronische Gaspedal“ ermöglicht eine Leerlaufdrehzahlregelung, eine Reduzierung der Motorleistung für ASR und eine Fahrgeschwindigkeitsregelung.
Elektronischer Verkehrs- lotse für Autofahrer (EVA)	Elektronischer Verkehrs- lotse für Autofahrer, ab 1982 erprobt. Erstes experimentelles System zur autarken Navigation mit elektronischer Landkarte, Zieleingabe und Routenführung mit Sprachausgabe. EVA war noch nicht serienreif, da die erforderliche Digitalisierung großer Gebiete noch nicht finanzierbar und leistungsfähige Speichermedien erst später verfügbar waren. Nach Eingabe von Start- und Zielkoordinaten erfolgte die Routenberechnung. Die Bewegung des Fahrzeugs (Geschwindigkeit/Richtungswechsel) erfasste das System durch Sensoren an den Fahrzeugrädern. Durch Abgleich von errechneter Route und Fahrzeugbewegung waren auch Aktualisierungen bei Fahrfehlern möglich. Auf dem Grundkonzept von EVA basieren alle heutigen autarken Navigationssysteme.
Elektronisches Stabilitäts- Programm (ESP®)	Seit 1995 in Serie. Ursprünglich „Fahrdynamikregelung“ (FDR) genannt, verhindert ESP® gefährliches Schleudern. Die Sensorik erfasst in gefährlichen Fahrsituationen den drohenden Verlust der Kontrolle über das Fahrzeug. Durch Eingriff in Bremsregelsystem- oder Motorsteuerung, der individuell für jedes einzelne Rad möglich ist, sichert ESP® die Fahrstabilität des Wagens innerhalb der physikalischen Grenzen.
ESP®	(siehe Elektronisches Stabilitäts-Programm)
EVA	(siehe Elektronischer Verkehrs- lotse für Autofahrer)
Fahrdynamikregelung (FDR)	(siehe Elektronisches Stabilitäts-Programm ESP®)
FDR	(siehe Elektronisches Stabilitäts-Programm ESP®)
Glühkerze, Glühstiftkerze	Seit 1922 in Serie. Metallstift mit Glühwendel. Die Glühkerze ist bei Dieselmotoren eingebaut. Durch Glühen der Wendel wird das Dieselmisch beim Kaltstart zündfähig gemacht. Vorglühzeiten lagen um 1975 noch bei bis zu 30 Sekunden beim Start des kalten Dieselmotors, heute ist es weniger als eine Sekunde.

Halogenscheinwerfer	Seit 1966 in Serie (H1), 1971 (Zweifadenlampe H4). Wie bei den Vorläufern, den Bilux-Lampen, wird das Licht durch einen glühenden Wolframdraht erzeugt. Beim Halogenlicht jedoch ist der Glaskolben der Glühlampe mit einem Halogen (Jod oder Brom) gefüllt. Dadurch ist eine Wendeltemperatur nahe am Schmelzpunkt des Wolframs möglich. Effekt: höhere Lichtausbeute und längere Lebensdauer der Lampe
Hochspannungsmagnetzündung	Ab 1902 in Serie. Im Gegensatz zum Vorläufer, der Niederspannungsmagnetzündung, wird in den Wicklungen der Hochspannungsmagnetzündung ein hoch gespannter Strom erzeugt, der über Kabel in die Zündkerze geleitet wird. Dieser Strom erzeugt einen Lichtbogen zwischen den Elektroden der Zündkerze, der das Benzin-Luft-Gemisch entzündet. Die Hochspannungsmagnetzündung ermöglichte die universelle Verwendung der Magnetzündung in Kraftfahrzeugen, da sie sich im Gegensatz zur Niederspannungsmagnetzündung – mit deren anfälligem Abreißgestänge – unkompliziert in jedem beliebigen Motor verbauen lässt. Die Hochspannungsmagnetzündung ist damit einer der entscheidenden technischen Schritte zum Erfolg der Bosch-Zündsysteme, durch die sich das Unternehmen sich zum bedeutenden Automobilzulieferer entwickelte.
Jetronic	(siehe D-Jetronic)
K-Jetronic	Weiterentwicklung der mechanischen Saugrohreinjection (1958). Ab 1973 in Serie. Die K-Jetronic ist ein preisgünstiges mechanisches antriebsloses System. Im Gegensatz zu traditionellen Systemen mit Einspritzpumpe. Bei der K-Jetronic wird kontinuierlich in Abhängigkeit von der angesaugten Luftmenge durch Steuerschlitze Kraftstoff in den Ansaugtrakt vor das Einlassventil jedes Zylinders gespritzt. Nachfolgesystem: KE-Jetronic.
KE-Jetronic	Weiterentwicklung der K-Jetronic. 1981 vorgestellt, ab 1983 in Serie. Sie ermöglicht durch Aufschaltung eines elektronischen Steuergerätes flexibleren Einsatz (wie Lambda-Regelung für Dreivegekatalysator).
Kondensator	Stromspeicher, bestehend aus zwei getrennten Elektroden. Ab 1930 in Serie. Hauptsächlich in Automobilzندانlagen zur schnellen Bereitstellung großer Strommengen angewandt, jedoch auch bei Radio- und Fernsehgeräten und Kühlaggregate eingesetzt.
L-Jetronic	Elektronisches System mit intermittierender Einspritzung. Ab 1973 in Serie. Die L-Jetronic basiert auf der D-Jetronic (im Gegensatz zur kontinuierlich einspritzenden mechanischen K-Jetronic). Abweichend von der D-Jetronic richtet sich hier die Kraftstoffzumessung aber nicht nach dem Druck im Saugrohr, sondern nach der angesaugten Luftmenge, die durch einen Luftmengenmesser festgestellt wird. Die Zuverlässigkeit gegenüber der D-Jetronic ist erheblich erhöht durch die Verwendung integrierter Schaltungen und damit der Reduktion der Bauteile von 220 auf 80. Die Einspritzung wird elektronisch gesteuert in Abhängigkeit der von Sensoren registrierten Parameter, wie etwa Motortemperatur oder Lastzustand, beispielsweise Vollgas, Teillast oder Gasrücknahme. Motorische Veränderungen (Verschleiß, Ablagerungen an Ventilen) werden ermittelt und von der elektronischen Steuerung berücksichtigt. Nachfolgesysteme: LE- und LH-Jetronic.
Lambda-Sonde	Fingergroßer Metall-/Keramikkörper. Seit 1976 in Serie. Die Lambda-Sonde ist Voraussetzung für die Abgasreinigung mit Dreivegekatalysatoren. Sie bestimmt den Sauerstoffgehalt in den Abgasen vor dem Katalysator. Auf Basis der gemessenen Werte ändert die Einspritzelektronik die Gemischzusammensetzung derart, dass sie beim Lambda-Wert 1 liegt (14,66 Kilogramm Luft auf 1 Kilogramm Kraftstoff). Nur bei diesem Wert oder einem möglichst nahen Wert ist eine vollständige Verbrennung des Gemischs gegeben, die dem Katalysator die optimale Reinigung der Abgase ermöglicht.
LH-Jetronic	Weiterentwicklung der L-Jetronic. Seit 1981 in Serie. Die Ermittlung der benötigten Kraftstoffmenge erfolgt durch Luftmassenmesser (im Gegensatz zur Luftmenge, das heißt. Volumen bei der L-Jetronic). Dadurch können Lufttemperatur und Luftdichte berücksichtigt und die Einspritzung entsprechend optimiert werden.

Lichtanlasser	Kombination aus Lichtmaschine (Generator) und Anlasser (Starter). Ab 1933 in Serie. Eingesetzt bei Motorrädern und Kleinwagen. Vorteil gegenüber getrennten Aggregaten ist die Baugröße.
Lichtanlasszünder	Dreifachaggregat, bestehend aus Lichtmaschine (Generator), Anlasser (Starter) und Batteriezündsystem. Ab 1932 in Serie. Vor allem bei Kleintransportern eingesetzt, die alle drei elektrischen Funktionen zu günstigem Preis benötigten. Motorräder hatten damals in der Regel keinen elektrischen Anlasser.
Lichtbatteriezündung	Kombination aus Lichtmaschine (Generator) und Batteriezündung. Ab 1926 in Serie. Batteriezündsysteme waren im Gegensatz zur autarken (keinen externen Strom benötigenden) Magnetzündung erst verfügbar, als alltagstaugliche Systeme zur Aufladung der Fahrzeugbatterien (stromregelnde Lichtmaschinen, siehe auch Lichtmaschine) serientauglich waren. Die dynamoelektrische Stromerzeugung des Generatorteils dient gleichzeitig zur Erzeugung des Zündstroms.
Lichtmagnetzündung	Kombination aus Lichtmaschine (Generator) und Magnetzündung. Ab 1921 in Serie. Der erzeugte Strom wird für die Zündung und gleichzeitig für die Versorgung der restlichen Bordelektrik eingesetzt. Verbaut in Automobilen, ab den 1930er Jahren auch in Motorrädern.
Lichtmaschine (Generator)	Stromerzeuger im Fahrzeug. Seit 1913 in Serie. Die Lichtmaschine wurde als stromproduzierende Komponente des „Bosch-Lichts“ auf den Markt gebracht. Angetrieben durch den Motor, entsteht durch dynamoelektrische Prozesse Strom. Die Lichtmaschine wandelt mechanische Energie in elektrische Energie um. Der elektrische Strom wird in der Batterie gespeichert und dort nach Bedarf an die Verbraucher (Zündung, Beleuchtung etc.) abgegeben. In der Regel sind Lichtmaschinen auf eine ausgeglichene Ladebilanz ausgelegt, sodass sie möglichst genau die Menge nachliefern, die verbraucht wird. Gegenüber der Gleichstromlichtmaschine der frühen Jahre hat sich seit den 1960er Jahren der Drehstromgenerator aufgrund seiner höheren Leistungsfähigkeit bei kompakteren Baumaßen durchgesetzt. Die heutige Generatorgeneration deckt einen Leistungsbereich bis 3,8 Kilowatt ab. Grund hierfür ist die ständig steigende Zahl von elektrischen Verbrauchern. Waren es um 1915 nur Licht und Zündung, so sind heute in Automobilen bis zu 140 Kleinmotoren (Schiebedach, Sitzverstellung Klimaregelung, Fensterheber etc.) verbaut.
Litronic (Abkürzung für Light Electronic)	Gasentladungslicht für Scheinwerfer. Seit 1991 in Serie. Litronic funktioniert durch das Anlegen einer Spannung zwischen zwei Elektroden in einem mit Xenon-Gas gefüllten Glaskolben. Die durch die Spannung angeregten Gasatome geben die Energie in Form von Lichtstrahlung ab. Litronic erzeugt eine wesentlich höhere Lichtausbeute bei geringerem Energieverbrauch als Halogenlicht. Das Licht weist eine hohe Farbtemperatur ähnlich dem Sonnenlicht auf, jedoch mit starken Blau- und Grünanteilen. Litronic eignet sich besser für moderne Fahrzeuge als Halogenlicht, weil das System seine hohe Lichtwirkung auch bei geringer Frontfläche des Scheinwerferglases entfaltet. Die Lebensdauer der Lampe reicht normalerweise für die gesamte Betriebsdauer eines Fahrzeugs aus.
Magnetzündung	Zündsystem für Verbrennungsmotoren. Von Bosch erstmals 1887 für Stationärmotoren gebaut, ab 1897 in Kraftfahrzeugen erprobt. Ab 1898 in Serie. Sie basiert auf dem Prinzip eines mit Drahtwicklung versehenen, sich in einem Magnetfeld bewegenden Doppel-T-Ankers zur Stromerzeugung. Die Bewegung erfolgt in Abhängigkeit von der Motordrehzahl. Auf diese Weise kann ein Zündstrom erzeugt werden, der drehzahlabhängig zum richtigen Zeitpunkt im Zylinder für die Verbrennung des Benzin-Luft-Gemischs eingesetzt wird. Bei der Niederspannungsmagnetzündung (auch Abschnapp-, später Abriss- oder Abreibzündung), die anfänglich bis um 1910 das vorherrschende Prinzip war, erzeugte die ruckartige Trennung zweier Kontakte in einem geschlossenen Stromkreis den Funken. Bei der 1902 entwickelten Hochspannungsmagnetzündung (auch Lichtbogenmagnetzündung) führte der Übersprung (Lichtbogen) des Stroms zwischen den Elektroden einer Zündkerze im Verbrennungsraum zur Entzündung des Gemischs. Die Hochspannungsmagnetzündung setzte sich durch, da das wartungs- und reparaturanfällige Gestänge der Niederspannungsmagnetzündung zu Reklamationen führte und nur mit viel Aufwand zu verbauen war.

Mono-Jetronic, Mono-Motronic	Elektronisch gesteuertes Zentraleinspritzsystem beziehungsweise aus Zündung und Einspritzung kombiniertes Motorsteuersystem für spezielle Anwendungen an Drei- und Vierzylindermotoren. Seit 1983 in Serie. Mono-Jetronic leitet sich technisch aus der D-Jetronic ab, Mono-Motronic aus der Motronic. Jedoch bestehen beide Systeme aus einer Baueinheit, aus der oberhalb der Drosselklappe der Kraftstoff eingespritzt wird, anstatt getrennt vor das Einlassventil jedes Zylinders – wie bei allen anderen Varianten von Jetronic und Motronic üblich. Die Mono-Jetronic und -Motronic sind kompakt und preiswert, sodass sie hauptsächlich bei kleinen preisgünstigen Pkw Anwendung finden.
Motronic	Kombiniertes System zur Motorsteuerung, bestehend aus Benzineinspritzung und Zündung. Seit 1979 in Serie. Motronic basiert auf der Technologie der L-Jetronic und der elektronisch gesteuerten Transistorzündung. Beide Bereiche sind in einer Steuerung zusammengefasst, um den Motor unter Beachtung aller wichtigen Parameter (Motortemperatur, Last, Drehzahl, auch Motorveränderung wie Verschleiß) optimal zu steuern. Dadurch werden minimaler Verbrauch und geringe Abgasemissionen bei möglichst guter Leistungsausbeute erreicht. Die Motronic ist wartungsfrei und auf die Gesamtbetriebsdauer eines Fahrzeugs ausgelegt. Einzige Verschleißteile der gesamten Motorsteuerung sind die Zündkerzen.
Niederspannungsmagnetzündung	Zündsystem für Verbrennungsmotoren. Von Bosch erstmals 1887 gebaut (für Stationärmotoren), ab 1897 versuchsweise für Kraftfahrzeuge. Ab 1898 in Serie. Sie basiert auf dem Prinzip eines mit Drahtwicklung versehenen, sich in einem Magnetfeld bewegenden Doppel-T-Ankers zur Stromerzeugung. Die Bewegung (und damit Stromerzeugung) erfolgt in Abhängigkeit zur Motordrehzahl – unabhängig von jeglicher externen Stromquelle wie etwa einer Batterie. Auf diese Weise kann ein Zündstrom erzeugt werden, der drehzahlabhängig zum richtigen Zeitpunkt im Zylinder für die Verbrennung des Benzin-Luft-Gemischs eingesetzt wird. Bei der Niederspannungsmagnetzündung (anfänglich Abschnapp-, später auch Abriss- oder Abreißzündung genannt) erzeugte die ruckartige Trennung zweier Kontakte innerhalb eines geschlossenen Stromkreises den Funken. Diese Kontakte befanden sich im Brennraum, sodass der Abrissfunke das Benzin-Luft-Gemisch entzündete. Die Niederspannungsmagnetzündung war marktbeherrschend bei Zündsystemen bis etwa 1910, danach wurde sie von der Hochspannungsmagnetzündung allmählich abgelöst.
Pumpe-Düse PD	(siehe Unit Injector System UIS)
SBC	(siehe Elektrohydraulische Bremse EHB)
Schmierpumpe/Öler	Apparat zur Schmierung beweglicher Teile in Motoren. Ab 1909 in Serie. Zunächst Übernahme von Lizenzen zur Fertigung von Schmierpumpen, später deren Weiterentwicklung für alle Anwendungen in Fahrzeugmotoren vom Motorrad bis zum Lkw, auch Schiffs- und Flugzeugmotoren. Das Prinzip der gleichmäßig dosierten präzisen Verteilung von Flüssigkeiten unter hohem Druck erwies sich später als sinnvolle Basistechnologie für die Entwicklung von Diesel- und Benzineinspritzpumpen. Die Einstellung der Produktion erfolgte 1959.
Sensotronic Brake Control (SBC)	(siehe Elektrohydraulische Bremse EHB)
Servobremse	Ab 1927 in Serie. Zunächst von Bosch in Lizenz ihres belgischen Entwicklers Dewandre hergestellt für Lkw, später verbessert und durch Eigenentwicklungen ersetzt. Die Servobremse funktioniert pneumatisch. Der beim Loslassen des Gaspedals entstehende Unterdruck im Ansaugtrakt des Motors wird für die Steigerung der Bremskraft genutzt, sodass der Fahrer bei gleichem Bremsdruck eine höhere Bremswirkung erzielt. Erforderlich wurden diese Verbesserungen durch die Erhöhung der Motor- und Fahrleistungen, denen die Kraft der rein mechanisch wirkender Bremsen nicht mehr gerecht wurde. 1928 kam der baulich kompakte „Bremshefl“ für Pkw auf den Markt. Pneumatisch funktionierende Servobremsen wurden seit den 1950er Jahren sukzessive durch hydraulische Servobremsen ersetzt, die heute bei Pkw Standard sind. In Lkw werden pneumatische Systeme nach wie vor eingesetzt. Hydraulische Servobremsen werden seit den 1970er Jahren durch pneumatische Bremskraftverstärker ergänzt. Das Know-how in diesem Produktfeld war Bosch außerordentlich nützlich bei der wegweisenden Entwicklung von ABS, ESP und SBC.

Transistorzündung (TSZ, TSZ-i)	Seit 1964 in Serie. In der kontaktgesteuerten TSZ sind elektronische Elemente, sogenannte Transistoren, verbaut. Sie ermöglichen höhere Leistungsfähigkeit und Lebensdauer gegenüber einem mechanischen Unterbrecher. In ihrer Weiterentwicklung zur kontaktlos gesteuerten TSZ-i mit einem elektronischen Zündimpulsgeber statt Zündkontakt (ab 1974 in Serie) ist sie eine völlig wartungsfreie Zündung. Es entfallen die Wartungsarbeiten oder der Austausch der bisher vorhandenen Verschleißteile, wie der mechanischen Kontakte. Gleichzeitig ist die Präzision der TSZ Voraussetzung für die Integration der Zündung in elektronische Motorsteuerungen (Motronic). Heutige Emissions- und Verbrauchsgrenzen sind ohne TSZ und ihre Nachfolger nicht denkbar.
TravelPilot	Navigationssystem für Kraftfahrzeuge mit Zieleingabe, Routenführung und Sprachausgabe. Seit 1995 in Serie. Die neuen dynamischen Systeme können auch aktuelle Verkehrssituationen wie etwa Staus in die Planung einbeziehen oder die Route mit dem geringsten Kraftstoffverbrauch bestimmen. Vorläufertechnologien waren der experimentelle „Elektronische Verkehrslotse für Autofahrer“ (EVA) und der TravelPilot IDS, der jedoch noch keine satellitengestützte Navigation und Sprachausgabe bot.
TSZ, TSZ-i	(siehe Transistorzündung)
Unit Injector (UIS)	Dieseleinspritzsystem. Von 1998 bis 2008 für Pkw in Serie. Bei UIS sind Hochdruckpumpe und Düse in einer Baueinheit vereint (je Zylinder ein UIS-Element). Dies steht im Gegensatz zu den traditionellen Systemen mit Verteiler- oder Reihenpumpe, die über eine Leitung den Kraftstoff an die Einspritzdüsen am Motor weiterleiten. UIS ermöglicht Drücke von bis zu 2050 Bar, die von der Pumpenkomponente ohne Verluste an das mit ihr direkt verbundene Düsenelement weitergegeben werden. Baulich ergibt sich daraus die Konsequenz, dass kein Platz für eine Pumpe oder ein Leitungssystem (wie bei Common-Rail üblich) nötig ist. Jedoch muss der Zylinderkopf passend konstruiert werden, da die UIS-Elemente am Zylinderkopf mehr Raum einnehmen als Einspritzventile. Verwendet wurde das System im VW-Konzern bei Fahrzeugen der Marken VW, Audi, Skoda und Seat. Die Bezeichnung „Pumpe-Düse“ wurde im VW-Konzern verwendet.
Zündkerze	Keramischer Körper mit mindestens zwei Elektroden. Seit 1902 in Serie. Die Zündkerze wurde als Zusatzkomponente der von Bosch 1902 entwickelten Hochspannungsmagnetzündung produziert und angeboten. Die Zündkerze wird in den Zylinderkopf eingeschraubt, sodass die Elektroden in den Brennraum ragen. Durch die vom Magnetzündler oder von der Zündspule induzierte Hochspannung entsteht von der Außenelektrode zur Mittelelektrode ein Lichtbogen, der das Benzin-Luft-Gemisch entzündet. Bis heute hat Bosch rund 20000 verschiedene Zündkerzentypen für alle erdenklichen Anwendungen vom Modellflugzeug bis zum Notstromaggregat entwickelt und gefertigt.

Im Zweifelsfall war Bosch unter der Motorhaube: Über 80 Prozent der in Deutschland neu vorgestellten Personen- und Lastwagen besaßen 1928 ein Zündsystem von Bosch.

Mit „Bosch“ gerüstet--!

DIE BOSCH-AUSRÜSTUNG AUF DER „INTERNATIONALEN AUTOMOBIL-AUSSTELLUNG“ BERLIN 1928.



Autor

Dietrich Kuhlitz (C/CCH)

Bildrechte

Alle Bildrechte bei der Robert Bosch GmbH, außer:

- ▶ Audi AG: S. 36 unten links
- ▶ BMW AG: S. 19 unten rechts, S. 49
- ▶ Citroën Deutschland AG: S. 43 unten rechts
- ▶ Daimler AG: S. 8, S. 34 unten links, S. 41
- ▶ Fiat Automobil AG: S. 36 unten rechts
- ▶ Peugeot Deutschland GmbH: S. 34 unten rechts
- ▶ Volkswagen AG: S. 35, S. 43 unten links

Herausgeber:

Robert Bosch GmbH
Historische Kommunikation
(C/CCH)
Postfach 30 02 20
D-70442 Stuttgart

Telefon +49 711 811-44156
Telefax +49 711 811-44504

Leitung:

Dr. Kathrin Fastnacht

Im Internet:

geschichte.bosch.com

Weitere Exemplare dieser Broschüre
können per E-Mail angefordert werden:
bosch@infoscan-sinsheim.de

