



100 Jahre Streben nach Effizienz

München, 21.6.2015

Die Entwicklung von Nutzfahrzeugen bei MAN ist seit dem Beginn vor 100 Jahren getrieben vom Streben nach hoher Transportleistung bei niedrigen Kosten

Heute sind bei der Anschaffung eines neuen Nutzfahrzeugs die Betriebskosten der entscheidende Faktor für die Kunden. Aber bereits 1915, als MAN die ersten Lkw und Omnibusse baute, waren verbrauchsarme Motoren und technische Innovationen für einen wirtschaftlichen Betrieb schlagende Argumente für den Kauf der neuen Technik. Die Effizienz der Maschinen wurde durch zahlreiche Innovationen kontinuierlich gesteigert. Heute benötigt ein Sattelzug nur noch rund einen Liter Diesel, um eine Tonne Nutzlast 100 Kilometer weit zu transportieren.

MAN Truck & Bus
Dachauer Straße 667
80995 München

**Leiter Corporate Communications
& Public Affairs**
Stefan Klatt

Tel.: +49 89 1580-2001
Stefan.Klatt@man.eu
www.man.eu/presse

Diesel und Sauerstoff: Die Evolution der Explosion im Zylinder

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts war der Motorenbau eines der Haupt-Innovationsfelder. Die Einspritzung des Dieselmotors in den Zylinder und der Ablauf der Verbrennung des Diesel-Luft-Gemischs sind wesentliche Schlüssel für die Effizienz eines Dieselmotors. Die MAN-Ingenieure waren Pioniere auf diesem Gebiet und so präsentierte das Unternehmen bereits 1924 den ersten MAN-Lkw, der von einem Dieselmotor mit Direkteinspritzung angetrieben wurde. Der Motor war eine technische Meisterleistung im Vergleich zu den bis dato üblichen Benzin-Vergaser-Motoren, denn er verbrauchte wesentlich weniger Kraftstoff. Dadurch sparte der Motor bis zu 80 Prozent der Betriebskosten gegenüber herkömmlichen Benzin-Motoren ein. Die Direkteinspritzung machte den Dieselmotor erstmals so klein und leicht, dass er überhaupt in Fahrzeugen einsetzbar war.

Effiziente Verbrennung: G- und M-Motor

1937 folgte ein wichtiger technischer Fortschritt in der MAN-Motorenentwicklung, der sogenannte G-Motor. Er war nach der Form seines runden oder „globalen“ Brennraums benannt. Durch diesen

Die MAN Gruppe ist eines der führenden europäischen Industrieunternehmen im Bereich Transport-Related Engineering mit jährlich rund 14,3 Mrd € Umsatz (2014). MAN ist Anbieter von Lkw, Bussen, Dieselmotoren, Turbomaschinen sowie Spezialgetrieben und beschäftigt weltweit rund 55 900 Mitarbeiter. Die MAN-Unternehmensbereiche halten führende Positionen auf ihren Märkten.



besonderen Brennraum und eine Kolbenform konnte der Diesekraftstoff im G-Motor besonders effizient verbrennen. Bis 1939 wurden alle MAN-Lkw, -Busse und -Schlepper mit dem neuen Motor ausgerüstet.

Ein weiterer Evolutionsschritt des Dieselmotors bei MAN war der Mittenkugelmotor, kurz M-Motor, Anfang der 1950er Jahre. Entwickelt wurde er 1952 von Professor Siegfried Meurer im Augsburger Dieselmotorenbau. Beim M-Motor verbrannte der Kraftstoff nicht mehr schlagartig, sondern in mehreren Wellen, was einen ruhigeren Lauf – M-Motoren „nagelten“ nicht mehr – und einen deutlich verringerten Verbrauch bewirkte. Der M-Motor stellte für die nächsten zwei Jahrzehnte die Basis für die weitere Entwicklung effizienter Motoren bei MAN dar.

1954 bündelte MAN seine Motorenkompetenzen in einer Forschungsanstalt für Motorenentwicklung in Nürnberg. Das dortige Kompetenzzentrum ist bis heute das innovative Herzstück der Motorenentwicklung bei MAN.

Turboaufladung: Der Schlüssel zum modernen Hochleistungsmotor

Eine weitere Schlüsseltechnologie ebnete in den 1950er Jahren den Weg zu hocheffizienten Dieselmotoren: die Turboaufladung. Ein Turbo-Dieselmotor presst mehr Luft und damit Sauerstoff in den Kolben, so dass mit jeder Explosion im Zylinder wesentlich mehr Kraftstoff-Luft-Gemisch in Leistung umgesetzt werden kann. Als erster deutscher Nutzfahrzeughersteller präsentierte MAN im Jahr 1950 einen Dieselmotor mit Turbolader, den D 1546 GT. Durch die Turboaufladung holten die MAN-Techniker statt der üblichen 130 PS aus 8,72 Litern Hubraum ganze 175 PS heraus. Die Leistung des Motors konnte damit um bemerkenswerte 35 Prozent gesteigert werden. Ab 1976 waren Turbolader-Dieselmotoren für alle Baureihen von MAN erhältlich.

1979 führte MAN Motoren mit kombinierter Aufladung und Ladeluftkühlung ein. Die Kühlung der Ladeluft erhöht die Effizienz der Turboaufladung weiter: die gekühlte Luft enthält mehr Sauerstoff als heiße Luft. Gleichzeitig werden die Motorbaugruppen weniger hoch belastet durch die Temperatur. Heute arbeitet MAN in den meisten Motoren mit einer zweistufigen Turboaufladung mit Zwischenkühlung. Durch zwei hintereinandergeschaltete, unterschiedlich große Turbolader erreicht MAN eine ideale Versorgung des Motors mit Verbrennungsluft und damit einen optimalen Drehmomentverlauf über ein breites Drehzahlband. Heutige Nutzfahrzeugmotoren erbringen Leistungen deutlich oberhalb 500 PS bei kompakten Maßen und Gewichten sowie geringem Kraftstoffverbrauch –



ermöglicht durch die Entwicklung der Turboaufladung. Heute ist die neue Motorengeneration des MAN TGX D38, eines Reihensechszylinder-Motors mit 15,2 Litern Hubraum und bis zu 640 PS, der leistungsstärkste Fahrzeugmotor bei MAN.

Common-Rail-Einspritzung: Hightech für höchste Effizienz

Die Kraftstoffeinspritzung ist ein wesentlicher Schlüssel für den Kraftstoffverbrauch, und gleichzeitig für niedrige Abgasemissionen eines Motors. MAN war unter den ersten Herstellern, die die moderne Common-Rail-Einspritztechnologie (CR) konsequent einsetzten. Common-Rail-Einspritzung ist bei MAN seit 2002 in Serie, die Euro 5-, EEV- und Euro 6-Motoren nutzen bereits ein CR-System der dritten Generation. Die Common-Rail-Einspritzung arbeitet mit einer zentralen Hochdruckpumpe, die den Kraftstoff mit Einspritzdrücken bis zu 2.500 bar zur Verfügung stellt. Jeder Zylinder besitzt elektronisch angesteuerte Injektoren, die gesteuert vom Motormanagement den Kraftstoff in den Zylinder einspritzen. Der extrem hohe Einspritzdruck sorgt für feinste Zerstäubung des Kraftstoffs und damit für eine saubere, kraftstoffsparende und vollständige Verbrennung. Der Zeitpunkt, die Dauer und die Menge der Einspritzung sind damit frei bestimmbar, inklusive der Möglichkeit, mehrmals pro Zündvorgang einzuspritzen und damit die Verbrennung im Zylinder in ihrem Ablauf zu steuern. Diese vollvariable Steuerung der Einspritzung ermöglicht es, den physikalischen Spagat zu schaffen und zur Erreichung des strengen Euro 6-Standards Stickoxide, Partikel und Verbrauch bei jedem Betriebspunkt im Griff zu haben.

Effizienz durch Vernetzung: Perfektes Zusammenspiel der Systeme

Der Motor ist zwar das Herz des Antriebsstrangs und die Basis für ein sparsames und leistungsstarkes Fahrzeug. Um jedoch die Effizienz moderner Nutzfahrzeuge auch jenseits der Motortechnologie weiter zu optimieren, ist das Zusammenspiel aller Systeme entscheidend. Dazu gehören elektronische Fahrassistenten genauso wie Aerodynamik und intelligente Schaltsysteme. Mit der Einführung der Trucknology Generation A, kurz TGA, im Jahr 2000 setzte MAN bei Lkw für den Fernverkehr neue Maßstäbe – auch bei der Effizienz. Die neue Baureihe verfügte erstmals über eine elektronische Vernetzung aller Fahrzeugsysteme über den Daten-Bus CAN (Controller Area Network), der alle Daten an den Fahrzeugführungsrechner weitergab. Dieser stimmt alle Fahrzeugsysteme



wie Motor, Getriebe, Retarder oder Bremssystem optimal aufeinander ab – und zwar in Echtzeit. Der CAN-Bus ist die Grundlage für die Einbindung moderner Assistenz-, Brems- und Schaltsysteme, die vorausschauend und intelligent agieren. Mit dem TGA führte MAN das erste automatisierte Schaltsystem ein: Die MAN TipMatic. Sie entlastet den Fahrer von der Aufgabe, den optimalen Gang zu wählen und spart Kraftstoff und Gewicht gegenüber einem Handschaltgetriebe. Die heutige Generation der MAN TipMatic wechselt mit der Funktion Speed Shifting noch schneller zwischen den Gängen 10, 11 und 12 und spart so Kraftstoff an Steigungen. Die „EfficientRoll“-Funktion legt auf leicht abfallenden Passagen automatisch den Leerlauf ein, lässt den Lkw rollen und spart damit Kraftstoff.

Erhebliches Kraftstoffpotenzial ergibt sich durch die Vorausschau auf die Strecke – so lässt sich die Geschwindigkeit kurz vor einer Kuppe automatisch reduzieren, oder vor einer Steigung Schwung aufbauen. Der GPS-Tempomat EfficientCruise erkennt durch gespeichertes 3D-Kartenmaterial und GPS-Position des Lkw die Topografie der vor ihm liegenden Strecke.

Services für mehr Effizienz: Gesamtkosten im Fokus

Aus der Betrachtung der Gesamtbetriebskosten (Total Cost of Ownership) für die Beurteilung der Effizienz eines Fahrzeugs ergibt sich, dass nicht allein die technischen Lösungen ausschlaggebend für den effizienten Betrieb eines Nutzfahrzeugs sind, sondern auch die Dienstleistungen: „Für unsere Kunden zählt in erster Linie die Total Cost of Ownership (TCO), also im Wesentlichen der Kraftstoffverbrauch und Wertverlust, aber auch das Uptime Principle, das heißt möglichst geringe Wartungszeiten“, erklärt Joachim Dürr, Leiter Product Management & Strategy bei MAN Truck & Bus.

Die ineinandergreifenden Dienstleistungen von MAN Solutions zielen alle darauf ab, die TCO zu senken. Das grundlegende technische Werkzeug dazu ist das MAN TeleMatics System. Es überträgt die technischen Daten des Lkw und die Positionsdaten in Echtzeit. Der MAN-Servicestützpunkt erhält bei dem neuen Dienstleistungspaket MAN ServiceCare beispielsweise die Wartungsdaten des Kundenfahrzeugs und steuert das Wartungsmanagement so, dass der Werkstattaufenthalt möglichst kurz und effizient für den Kunden ausfällt.



Effizienz durch Training: MAN ProfiDrive

Da Wirtschaftlichkeit im Fernverkehr erheblich von der Fahrweise abhängt, bezieht MAN den Fahrer ins Gesamtkonzept für mehr Effizienz ein. Bei den MAN ProfiDrive-Schulungen enthalten die Fahrer von Lkw und Bussen neben einer theoretischen Weiterbildung ein praxisorientiertes Training für eine besonders wirtschaftliche Fahrweise und den optimalen Umgang mit den Assistenzsystemen oder der TipMatic-Schaltung. Ziel der Trainings ist es, den Fahralltag noch effizienter und sicherer zu machen. Bei den Fahrzeugen der MAN EfficientLine ist das ProfiDrive-Training bereits im Fahrzeugpreis enthalten – für die Kunden ein attraktives Angebot. Die Trainer von MAN ProfiDrive vermitteln inzwischen seit über 30 Jahren in 25 Ländern theoretisches und praktisches Wissen für mehr Effizienz im Straßenverkehr. Die Erfahrung zeigt: Mit den Trainings von MAN ProfiDrive lassen sich bis zu zehn Prozent Kraftstoffersparnis erzielen.

MAN TGX EfficientLine: Technologien und Service gebündelt

Eine neue Ära läutete 2010 der MAN TGX EfficientLine ein. Der MAN TGX EfficientLine bündelt kraftstoffreduzierende Maßnahmen und Technologien kompromisslos in einem eigenständigen Modell. Bisher hat kein Fahrzeughersteller die bekannten physikalischen Zusammenhänge so konsequent am Fahrzeug umgesetzt, wie MAN dies heute mit dem TGX EfficientLine 2 anbietet.

Alle neuen elektronischen Systeme zur Kraftstoffreduzierung sind serienmäßig im TGX EfficientLine 2 eingebaut. Der vorausschauende Tempomat EfficientCruise spart durch die optimale Ausnutzung der Schwung-Energie in Gefällen und Steigungen bis zu sechs Prozent Kraftstoff.

Der Antriebsstrang des TGX mit den D26-TopTorque-Motoren ist auf besonders niedertouriges, kraftstoffeffizientes Fahren abgestimmt. Die Motoren mit 200 Nm Drehmomenterhöhung harmonieren bestens mit den besonders langen Achsübersetzungen. Insbesondere an Steigungen sorgt dieses Drehmoment-Plus für mehr Souveränität, weniger Rückschaltungen, und senkt den Kraftstoffverbrauch nachhaltig.

Zur DNA des TGX EfficientLine 2 gehört die konsequente Reduzierung des Luft- und Rollwiderstandes und der Motornebenleistung: Sonnenblende oder Luftdruckhörner entfallen aus diesem Grund, die aerodynamische Fahrgestellseitenverkleidung hilft zusätzlich Kraftstoff zu sparen. Die



Einstellung des Geschwindigkeitsbegrenzers auf 85 km/h anstelle 89 km/h setzt den Fahrtwiderstand um zehn Prozent herab. Darüber hinaus kommen Leichtlauf-Reifen zum Einsatz. Der Kompressor für die Druckluftversorgung ist bei den EfficientLine-Modellen bedarfsgesteuert (Air Pressure Management): Der Kompressor wird nur dann eingekuppelt, wenn Druckluft verbraucht wird. Dies reduziert die Betriebszeit gegenüber einem permanent mitlaufenden Kompressor im Fernverkehr um rund 90 Prozent.

Auch das MAN TeleMatics-Bordmodul ist im TGX EfficientLine 2 serienmäßig. Mit TeleMatics überträgt der Lkw Verbrauchs- und Wartungsdaten an seinen Flottenmanager. Dieser kann über sein Datenportal den Kraftstoffverbrauch von Fahrzeug und Fahrer, und sogar die Reifendrücke und den Zustand der Bremsen für eine gesamte Flotte überwachen und damit sicherstellen, dass kein unnötiger Kraftstoff verbraucht wird.

Analog zum Lkw führte MAN mit dem Lion's Coach EfficientLine 2012 einen Reisebus ein, der konsequent auf Effizienz getrimmt ist. Durch seine Antriebsstrangkonfiguration mit D2676 Motor, TipMatic Coach-Getriebe und Eco-Hypoid-Antriebsachse ist er besonders kraftstoffsparend ausgelegt. Die gezielte Weiterentwicklung der Antriebstechnik und ein konsequent auf Kraftstoffersparnis zugeschnittener Ausstattungsumfang zeigen, dass im heutigen Reisebus-Fernverkehr Potenzial steckt, um deutlich Kraftstoff zu sparen.

Das Streben nach Effizienz bleibt für MAN auch in Zukunft der wichtigste Treiber. Große Potenziale, um CO₂ und Kraftstoff zu sparen, bieten die Optimierung des Antriebsstrangs, die weitere Verbesserung der Aerodynamik, die Optimierung der Zuverlässigkeit über den gesamten Produktlebenszyklus und die Minimierung und Optimierung der Wartung. Durch neue Entwicklungen in der Kommunikation zwischen Fahrzeugen, sowie zwischen Fahrzeugen und Verkehrsleitsystemen kann der vorhandene Platz auf den Straßen besser genutzt, und durch einen besseren Verkehrsfluss eine höhere Transporteffizienz erreicht werden.