



1,8l 4-Zylinder Turbo-Direkteinspritz-Ottomotor



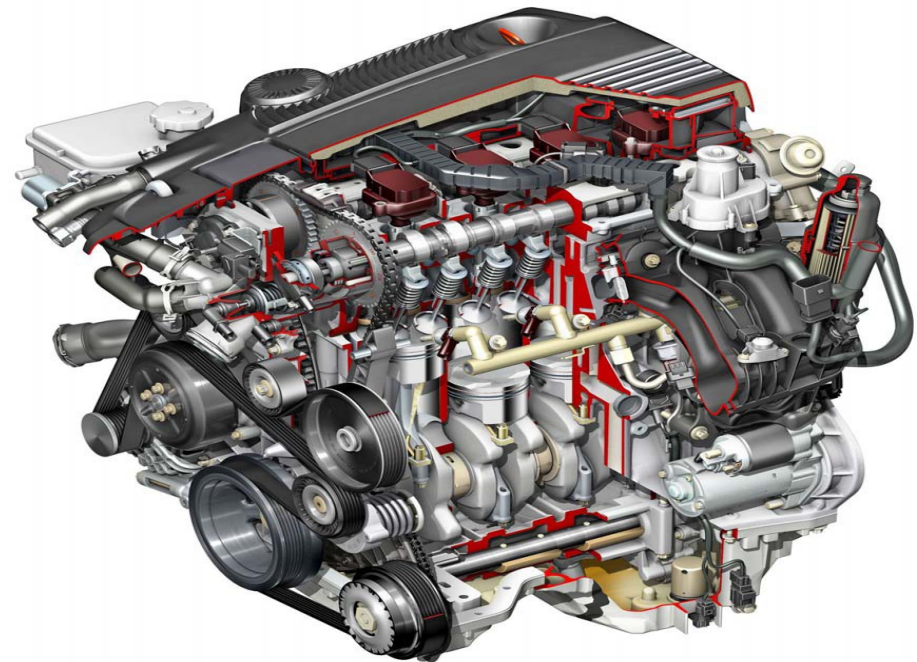
# M 271 Evo Motor

Der M 271 Evo ein Vortrag von

Fabian Schindler

Michael Stamer

Markus Waetjen





# Gliederung

- Einführung
- Ziele der Entwicklung
- Konstruktionsmerkmale
- Ladungswechsel und Laderauslegung
- Direkteinspritzung, Brennverfahren und Injektorauswahl
- NVH
- Motorsteuerung und Stopp-Start-Funktion
- Leistung und Drehmomentverläufe
- Kraftstoffverbrauch und Fahrleistungswerte
- Zusammenfassung



## Einführung

- 1,8l 4 Zylinder Turbo –Direkteinspritz-Ottomotor
- Eingesetzt in den Fahrzeugen der C-, E- und SLK Klasse
- Bezeichnung des Motors
  - Alt: M 271 wird seit 2002 gebaut
  - Neu: M 271 evo
- Downsizing Konzept
- Schwerpunkt:
  - Verbrauchsreduzierung
  - Leistungs- und Drehmoment Anhebung

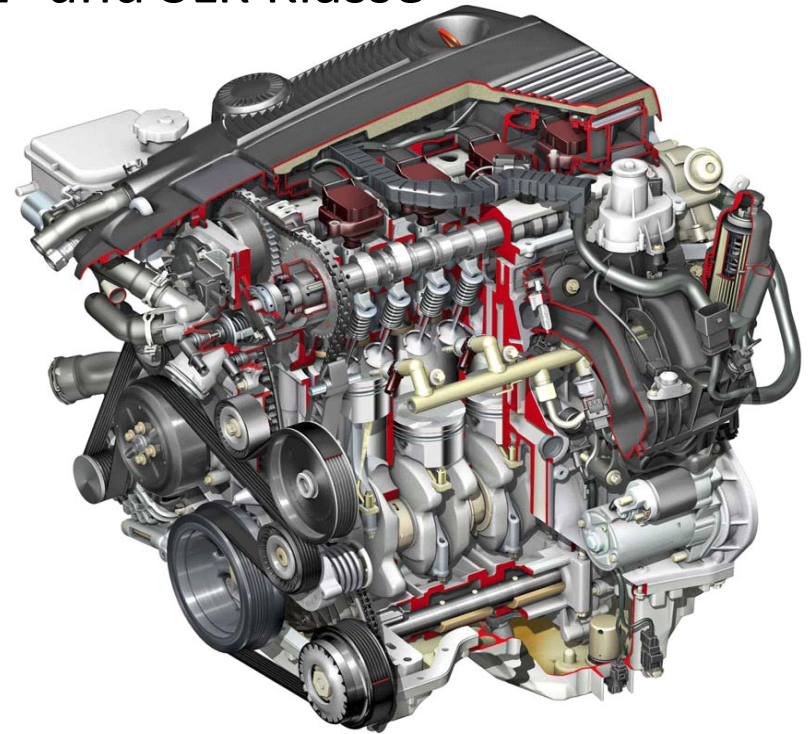


Abb.1: M271 evo



## Ziele der Entwicklung

- Änderungsmerkmale:
  - Saugrohr-Kanaleinspritzung => homogenes Direkteispritzverfahren
  - Mechanischer Kompressor => einstufiger Wastegate-Abgasturbolader (ATL)
- Bei Beibehaltung der Grundkonfiguration
- Optimierung der guten NVH Eigenschaften des Vorgängermotors
- Erfüllen der EU5-Gesetzgebung
- Optimierung / Standardisierung von Bauteilen und Montageprozesse



# Konstruktionsmerkmale

*: vorläufig		M 271 (Vorgänger) 115 kW "180 Komp."	M 271 evo 115 kW "180 CGI"	M 271 (Vorgänger) 135 kW "200 Komp."	M 271 evo 135 kW "200 CGI"	M 271 evo 150 kW "250 CGI"
<b>Zyl.-anordnung/-zahl</b>	-	R4				
<b>Hubraum</b>	cm <sup>3</sup>	1796				
<b>Zylinderabstand</b>	mm	90				
<b>Bohrung</b>	mm	82				
<b>Hub</b>	mm	85				
<b>Nennleistung*</b> bei Drehzahl	kW 1/min	115 5200	115 5000	135 5500	135 5250	150 5500
<b>max. Drehmoment*</b> bei Drehzahl	Nm 1/min	230 2800 - 4600	250 1600 - 4300	250 2800 - 5000	270 1800 - 4600	310 2000 - 4250
<b>Verdichtung</b>	-	9,3	9,8	8,5	9,8	9,3
<b>Kraftstoff</b>	ROZ	Super bleifrei (95)				

Tabelle 1: Vergleich der Hauptdaten des M271 evo zum Vorgänger



# Zylinderkopf und Motorsteuerung

- Direkteinspritzung
- Einlasskanäle wurden an die Tumblewerte des direkteinspritzenden Motors angeglichen (Drall der strömenden Luft beim eintritt in den Brennraum )
- Vierventielsteuerung mit zwei Nockenwellen, Nockenwellenverstellern und zentraler Zündkerze, vom Vorgänger übernommen.



Abb.2: Zylinderkopf des M271 evo



# Zylinderkopf und Motorsteuerung

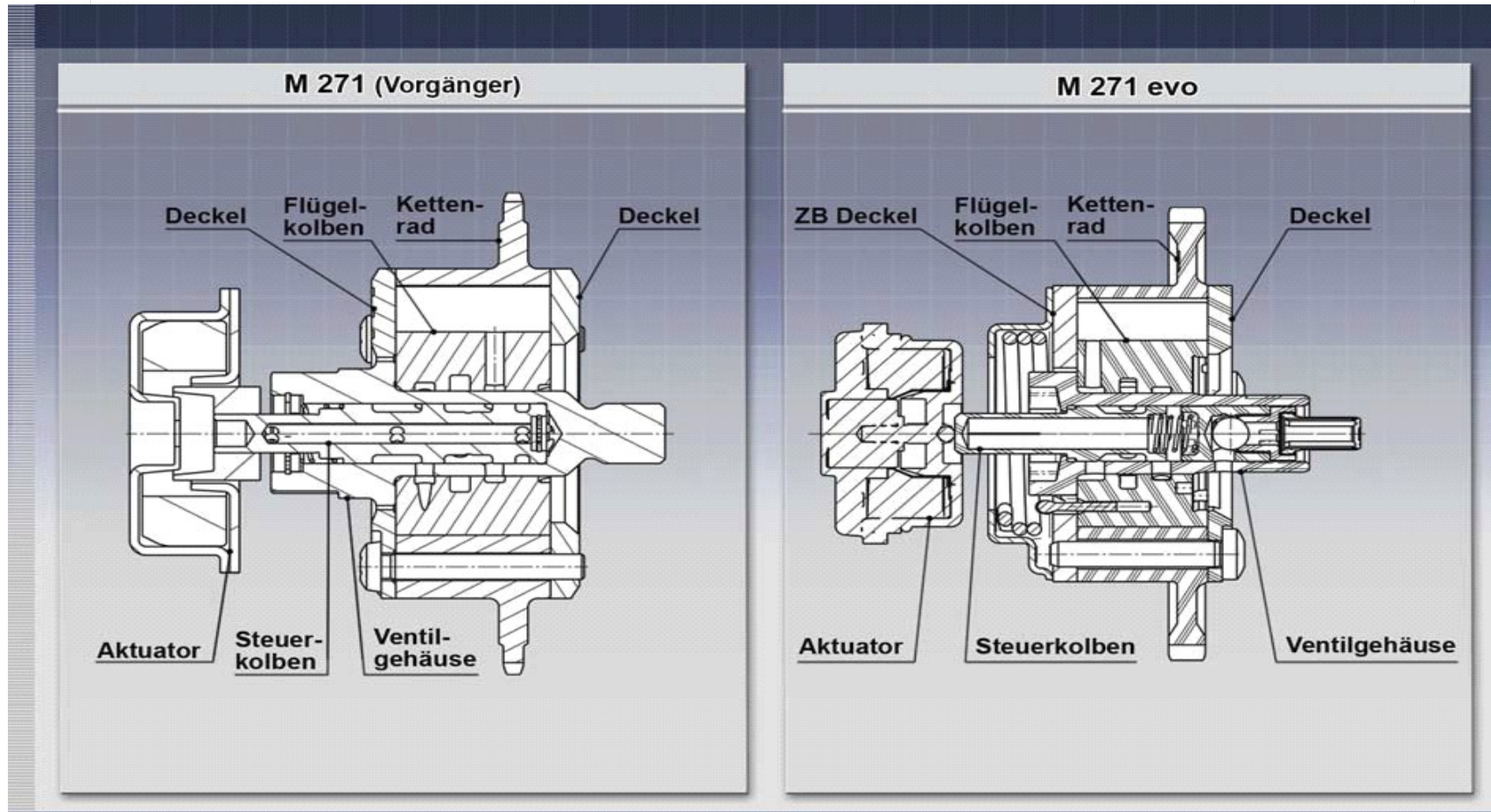


Abb. 3: Nockenwellenversteller M 271 evo im Vergleich zum Vorgängermotor



# Zylinderkopf und Motorsteuerung

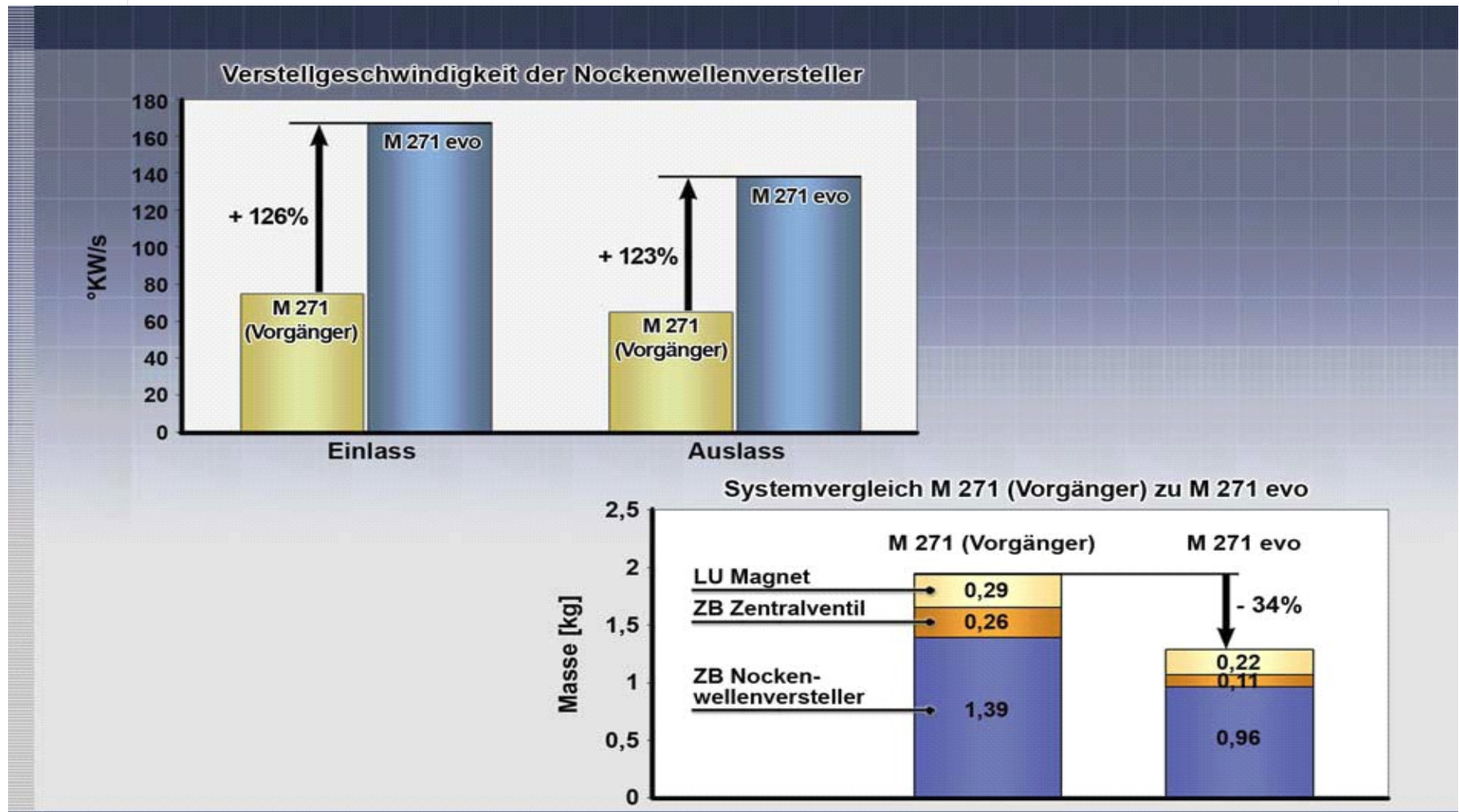


Abb. 4: Verstellgeschwindigkeit und Masse der Nockenwellenversteller im Vergleich zum Vorgängermotor





1,8l 4-Zylinder Turbo-Direkteinspritz-Ottomotor



# Kurbelgehäuse, Triebwerk und Lanchesterausgleich

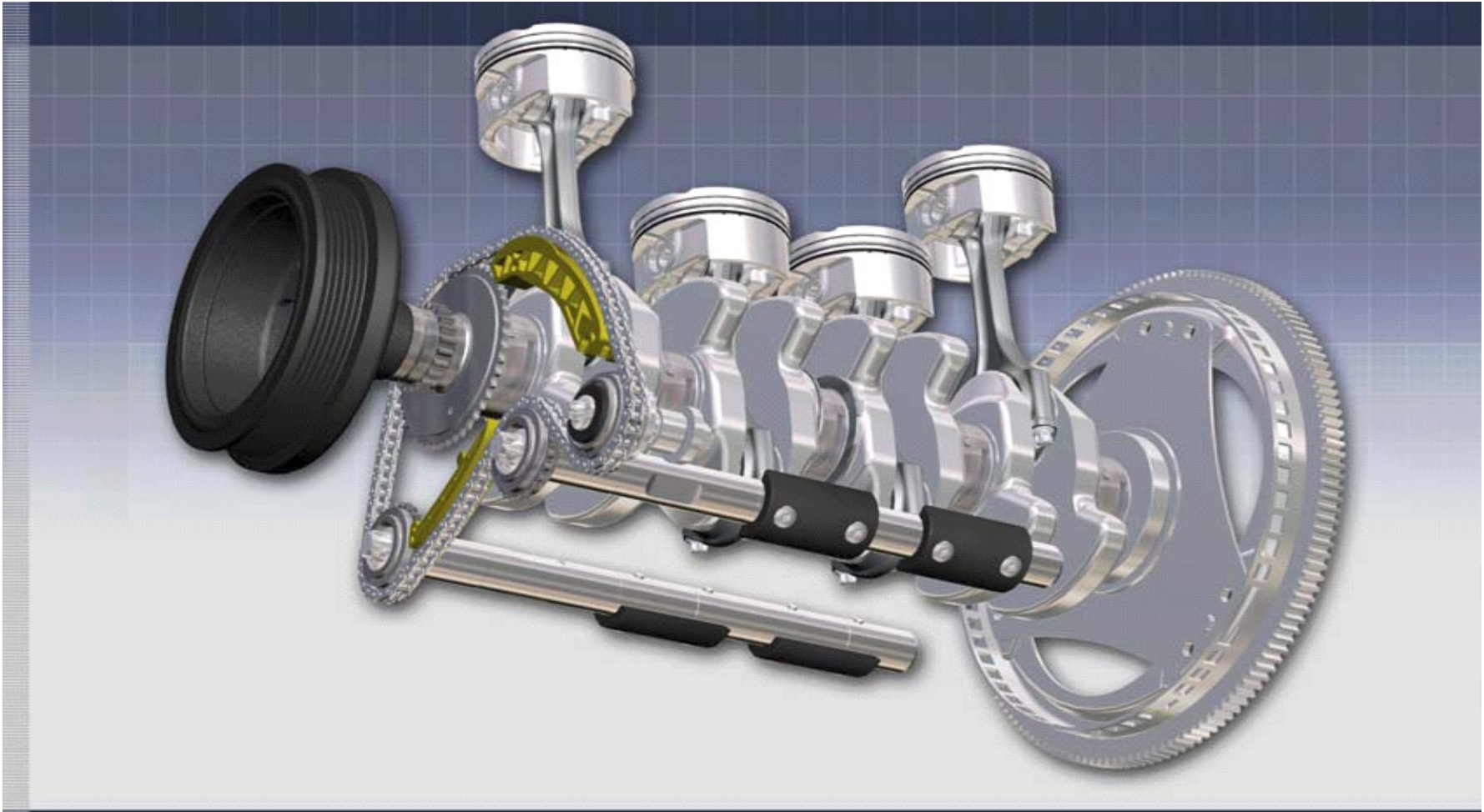


Abb. 5: Triebwerk und Lanchesterausgleich des M 271 evo



# Kurbelgehäuse, Triebwerk und Lanchesterausgleich

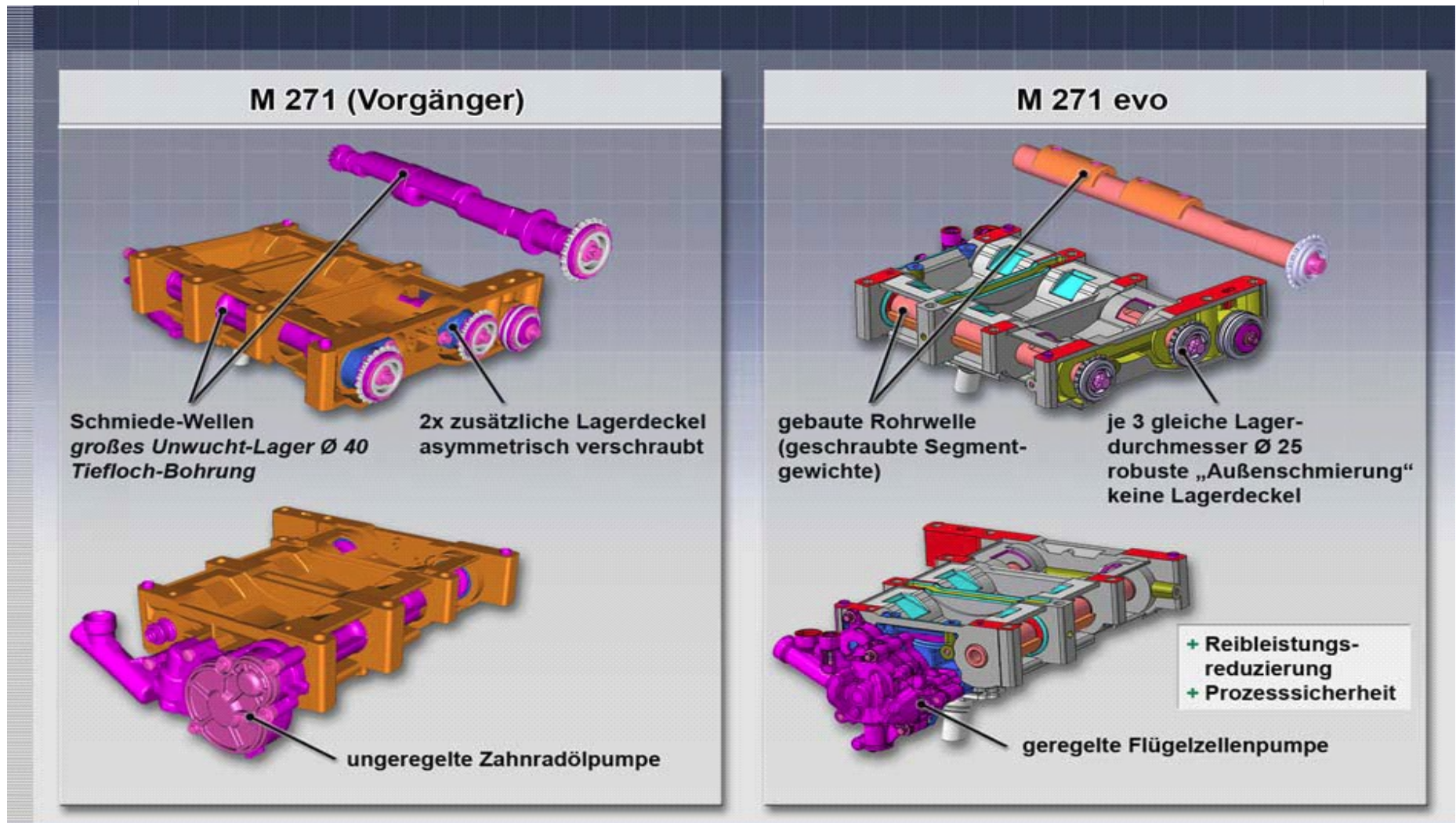


Abb. 6: M 271 evo ZB Lanchester – Konzeptvergleich mit Vorgänger



# Kurbelgehäuse, Triebwerk und Lanchesterausgleich

Was wurde erreicht?

- Reduzierung der Verlustreibung durch die Halbierung des Unwucht-Lagerzapfendurchmessers => Kraftstoffersparnis
- Gewichtseinsparung durch modifizierte Lagerstühle und Hohlwellen statt Schmiedewellen.
- Die für die Montage der einstückigen Schmiedewellen benötigten vorderen Lagerschilde (Durchmesser der Unwuchtmassen) können inklusive Einpass und Verschraubung entfallen.
- Kompatibilität zu M 271-Serieneinrichtungen



# Geregelte Ölpumpe

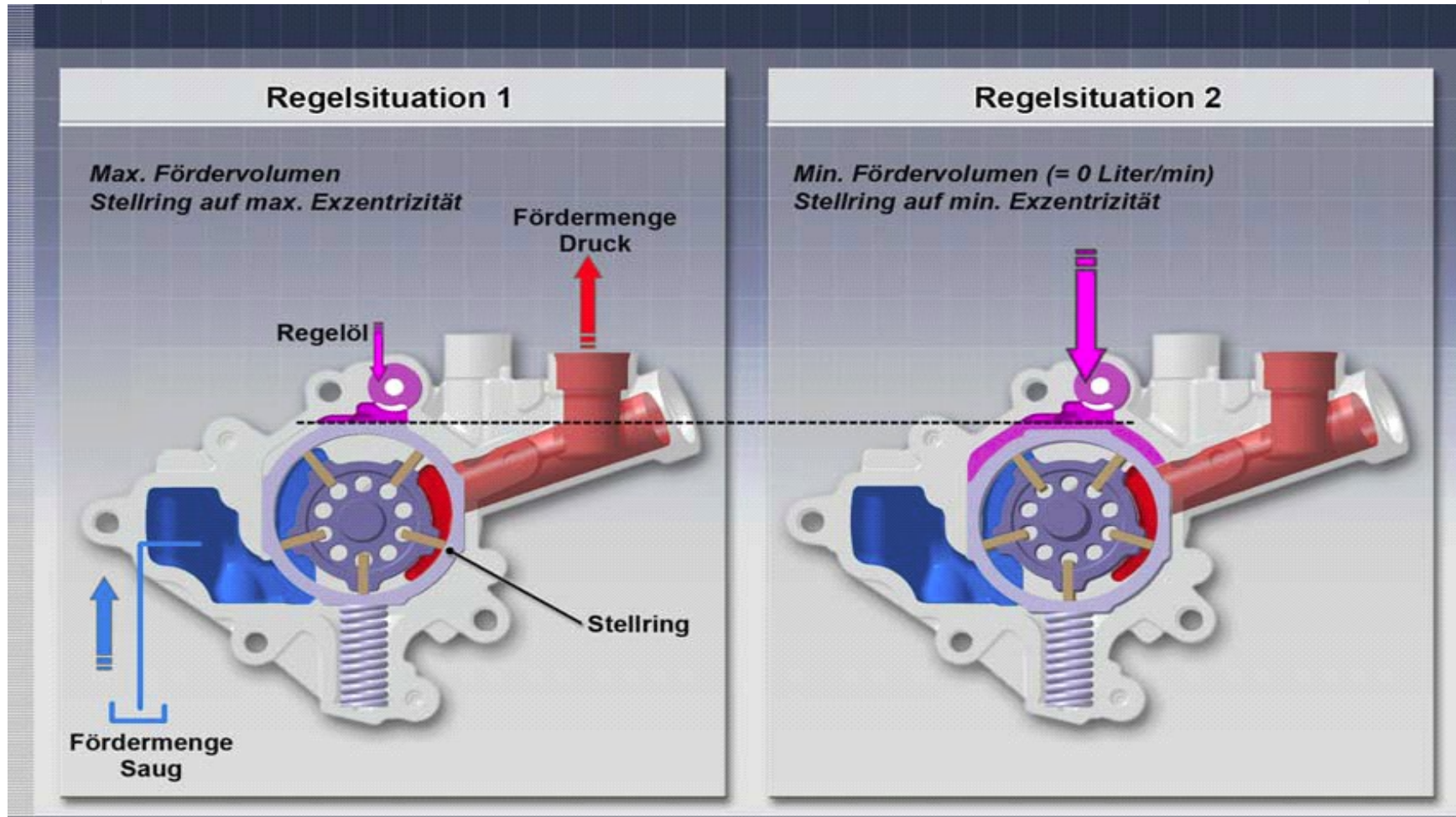


Abb. 7: Die regelbare Ölpumpe des M 271 evo



# Kühlkreislauf und Wärmemanagement

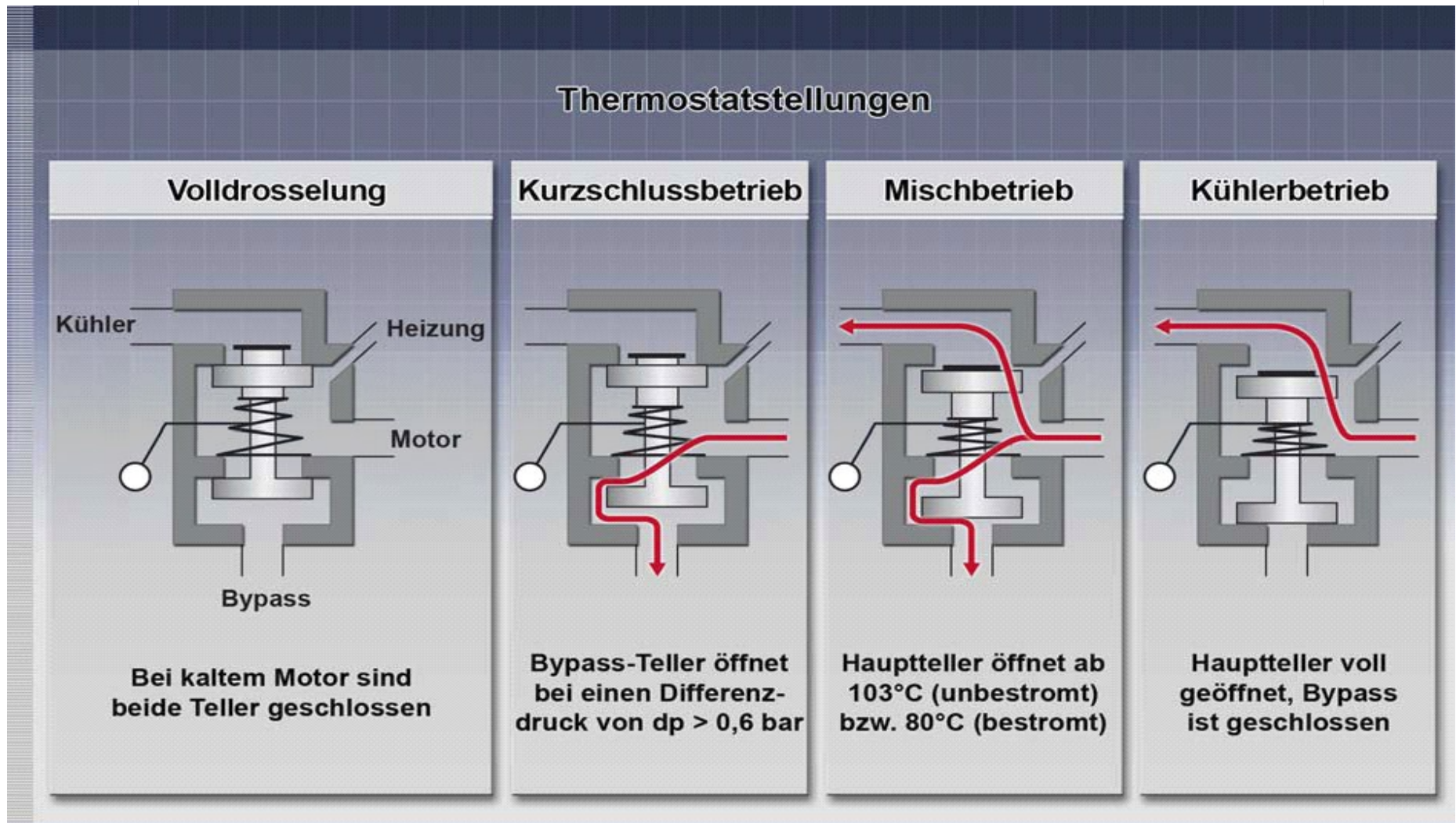


Abb. 8: Die unterschiedlichen Thermostatstellungen beim M 271 evo



# Kühlkreislauf und Wärmemanagement

- An Stelle eines Kühlwasserthermostaten kommt ein elektrisch ansteuerbarer Kennfeldthermostat und eine elektrisches Heizungsabsperrentil zum Einsatz

=>Die Kühlwassertemperatur lässt sich somit Betriebspunkt abhängig regeln

Wirkung des Kühlkreislaufes:

- In Teillast Anhebung Kühlwassertemperaturen => erhöhte Öltemperatur =>Reibleistungsreduzierung
- In Vollast starke Absenkung der Temperatur => Wirkungsgrad optimiertes Arbeiten des Motors



# Ladungswechsel und Laderauslegung

- Bisher wurde ein direkt angetriebener Kompressor verwendet
- Verwendung eines ATL
- Ansprechverhalten sollte dem eines Kompressors nicht nach stehen
- Ein instationärer schneller Ladungswechsel sollte ermöglicht werden



# Ladungswechsel

- Vermeidung hoher Restgasanteile beim Ladungswechsel durch
  - Ventilhubbreiten optimierung
  - Steuerzeiten optimierung
- Drehmomentanhebung im Anfahrtsbereich bis ca. 1500 1/min im Volllastsaugbereich bis 10%
- Elastizitätsverbesserung





# Ladungswechsel

- Spülverfahren ermöglichen bis ca. 2200 1/min hohe Drehmomentsteigerungen

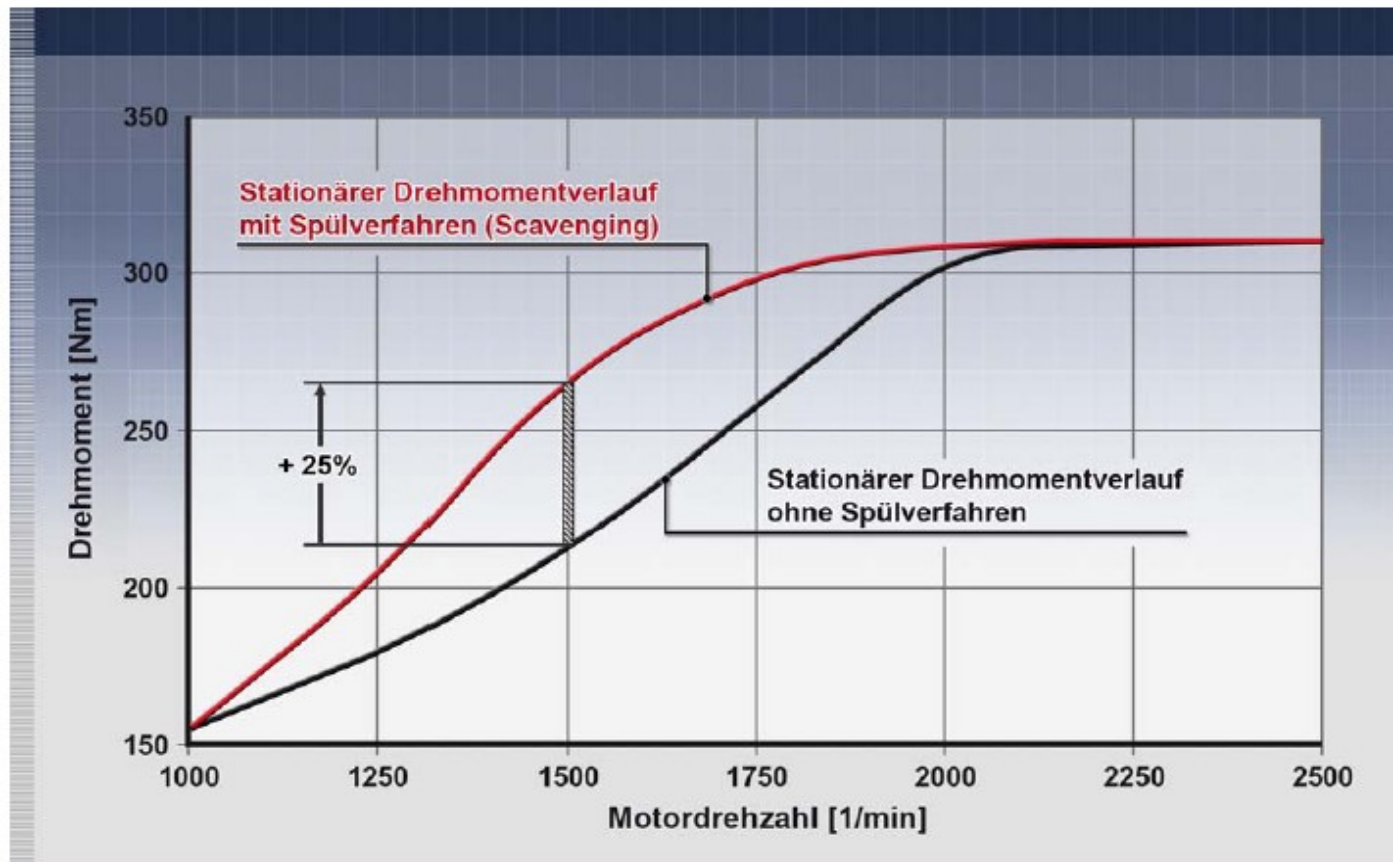


Abb. 9: Stationäre Drehmomenterhöhung durch "Scavenging"



# Ladungswechsel

- Durch Überschneidung der Ventilöffnungszeiten höhere Gasmenge am ATL
- Dadurch schnellerer Ladedruckaufbau, höhere Ladedrücke, höhere Stationärdrehmomente
- Erfordert eine genaue Erfassung der Spülluftmenge zur Vermeidung schädlicher Exothermie im Katalysator



# Nockenwellen- Verstellstrategie

- Nockenwellenverstellung max. 70°KW  
(Einlass 30° KW, Auslass 40°KW)
- AGR- Rate max. 20% möglich
- Durch die Lastpunktverlagerung und Entdrosselung ergibt sich eine maximale Verbrauchsreduzierung von 8-10%
- Auch im Volllastbereich erreicht man hier durch ein Spülen eine Emissions- sowie Verbrauchsreduzierung



# Laderauslegung

- Agiles Fahrverhalten durch dynamisches Ladeverhalten des ATL
- Laufzeitvarianten unterscheiden sich nur durch die Verdichtergröße
- ATL weil geringe Antriebsleistung im Vergleich zum mechanischen Lader
- Weniger Gewicht und günstigere Geräuschvorteile



# Laderauslegung

- Lader bis 1050°C ausgelegt
- Zweiflutiger Abgaskrümmmer durch Luftspaltisolierung optimiert
- Lagergehäuse ist wassergekühlt
- Anfahr-, Fahrverhalten und Elastizität auf Niveau des Vorgängermodells



# Laderauslegung

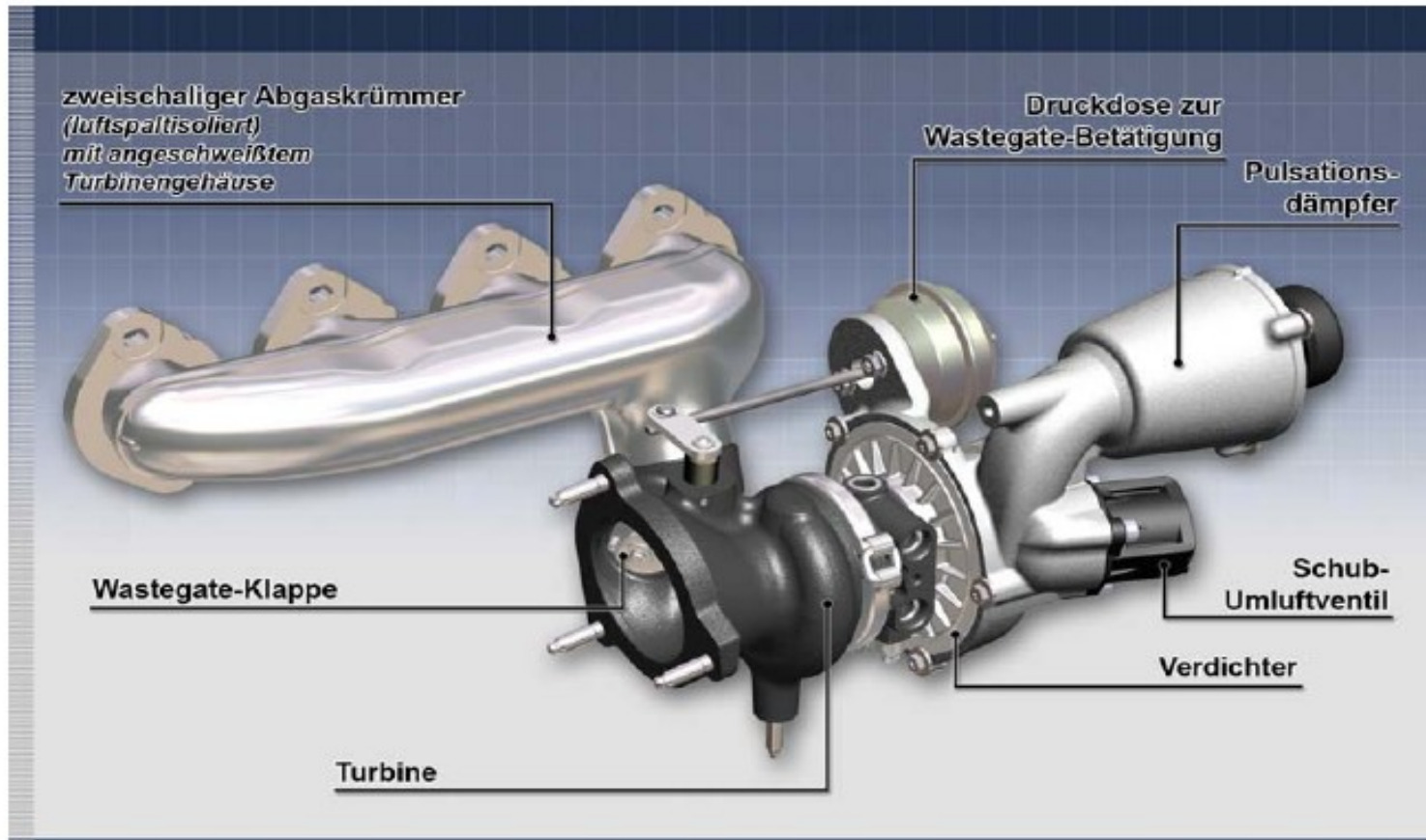


Abb. 10: Der Abgasturbolader des M 271 evo



# Direkteinspritzung, Brennverfahren und Injektorauswahl

- Direkteinspritzung ermöglicht höhere Verdichtung → höherer Wirkungsgrad
- Max. Einspritzdruck 140 bar (Diesel bis zu 2000 bar)
- Injektorenwinkel beträgt  $30^\circ$  -> zusätzlichen Neigungswinkel in der Sprayauslegung erforderlich
- Motor arbeitet homogen stöchiometrisch



# Direkteinspritzung, Brennverfahren und Injektorauswahl

- Brennverfahren sind nach Brennstabilität, Rohemission, niedriger Verbrauch sowie hoher spezifischer Leistung (83kW/ltr.) entwickelt
- Einzelstrahlen sind mit der Ladungsbewegung, Zylinderinnendruckzuständen, Eindringtiefe, Homogenisierungsfähigkeit in der Gemischladung sowie der Tropfengröße exakt abgestimmt
- Zur Intensivierung der Brenngeschwindigkeit und zur Vermeidung von Wandablagerungen wurden die Einlasskanäle mit einem erhöhten Tumbel (Verwirbelung) ausgelegt





# Direkteinspritzung, Brennverfahren und Injektorauswahl

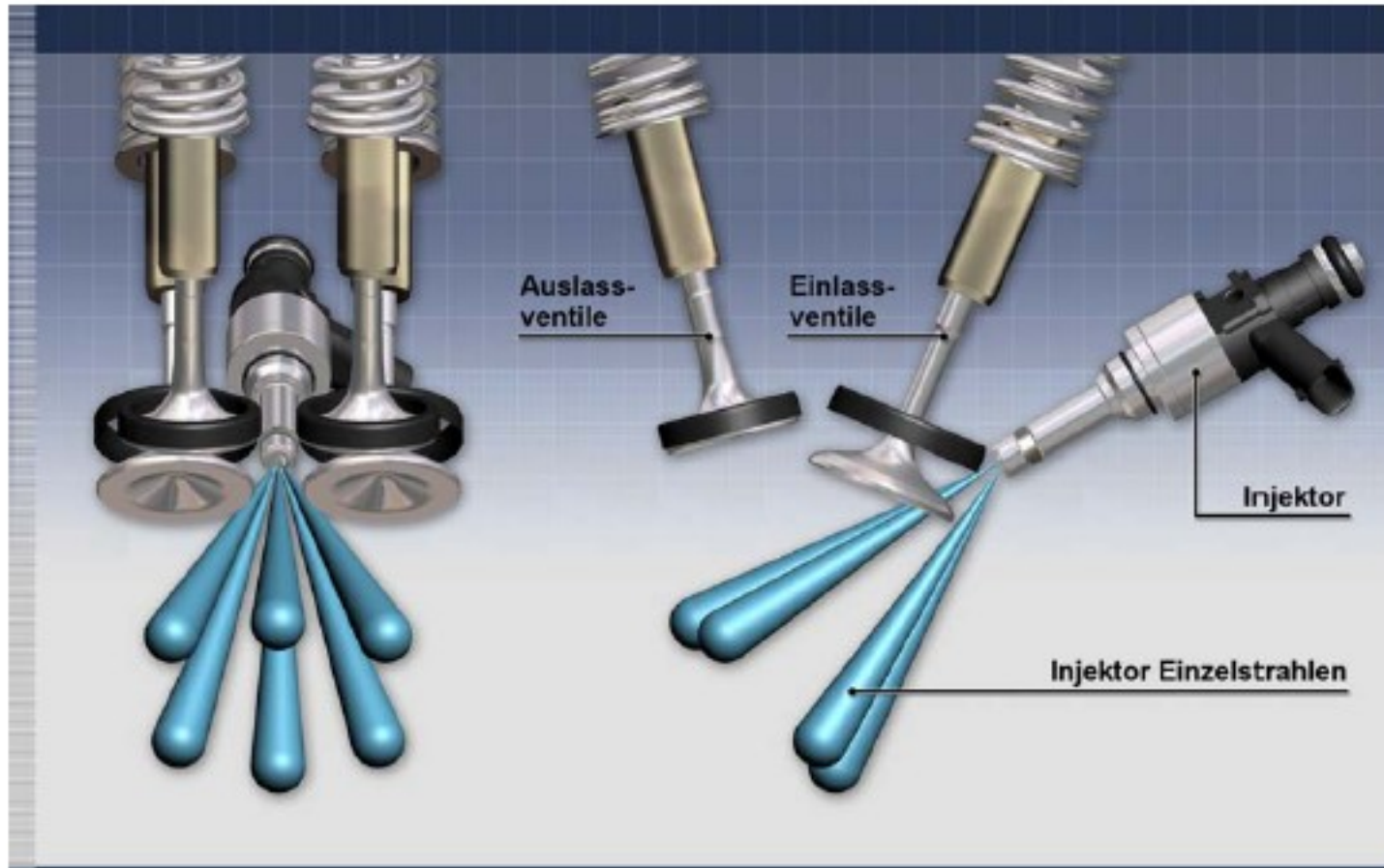


Abb. 11: Spraybild Mehrlochventil



# Direkteinspritzung, Brennverfahren und Injektorauswahl

- Schwarzauchwert liegt unterhalb der Russkennziffer von 0,1
- Dies wurde durch die Kolbenkonfiguration mit hohem Strahlfanggrad und umlenkfähiger Muldenkante zur Gemischführung im Zündkerzenbereich erreicht



# Direkteinspritzung, Brennverfahren und Injektorauswahl

- Um bei extremen Fahrsituationen Motorschäden zu Vermeiden werden durch geeignete Erfassungsfenster Abweichungen und Drucküberhöhungen im Geräuschpegel der Klopfkennung erkennbar
- Eine Maßnahme ist die Ladedruckbegrenzung und eine weitere die Kraftstoffausblendung
- Diese Maßnahmen ermöglichen eine Stabilisierung der Temperaturverhältnisse im Brennraum



# Noise Vibration Harshness

- NVH = Bezeichnung für als Geräusch hörbare oder als Vibration spürbare Schwingungen
- Ladergeräuschkämpfer
- Zahnhülsenkette im Steuertrieb
- Strukturoptimierung an Ölwanne und Schaltgetriebe
- Nur im Bereich um die 2000 1/min tritt eine geringfügige Pegelüberhöhung auf die aber für Motoren mit ATL ist



# Motorsteuerung

- Erweiterung der SIM4KE20 Motorsteuerung
  - Umstellung des Turboladers
  - Änderung der Einspritzung auf Direkteinspritzung
  - Datenbus überwacht Motorkennzahlen



# Motorsteuerung

- Steuergerät ist im Luftfilter integriert
- Magnetventile
- EU 5 Grenzwerte
- Modulplattform
- Flashbares Steuergerät



# Stopp-Start System

- Einsparung von Kraftstoff
- Kurbelwellensensor und verstärkter Starter
- Maßnahmen zur Betriebssicherheit



1,8l 4-Zylinder Turbo-Direkteinspritz-Ottomotor



# Leistungs und Drehmoment Verläufe

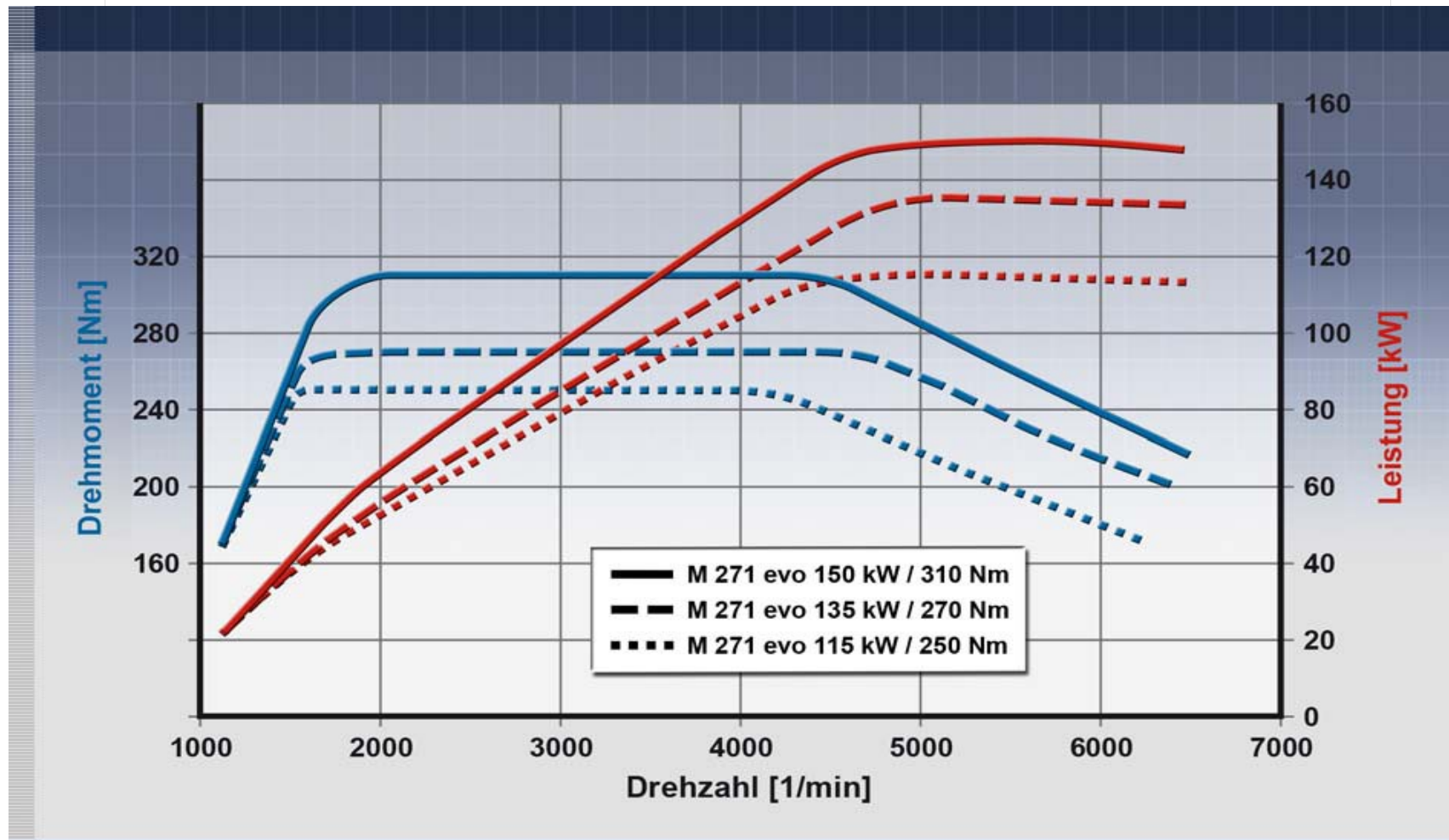
- Leistungssteigerung um 11% von 135kW auf 150 kW
- Drehmomentanhebung um 24% von 250Nm auf 310 Nm
- Beibehaltung der Kraftstoffart





# Leistungs und Drehmoment Verläufe

- Leistungs und Drehmoment Kurve der 3 Stufen



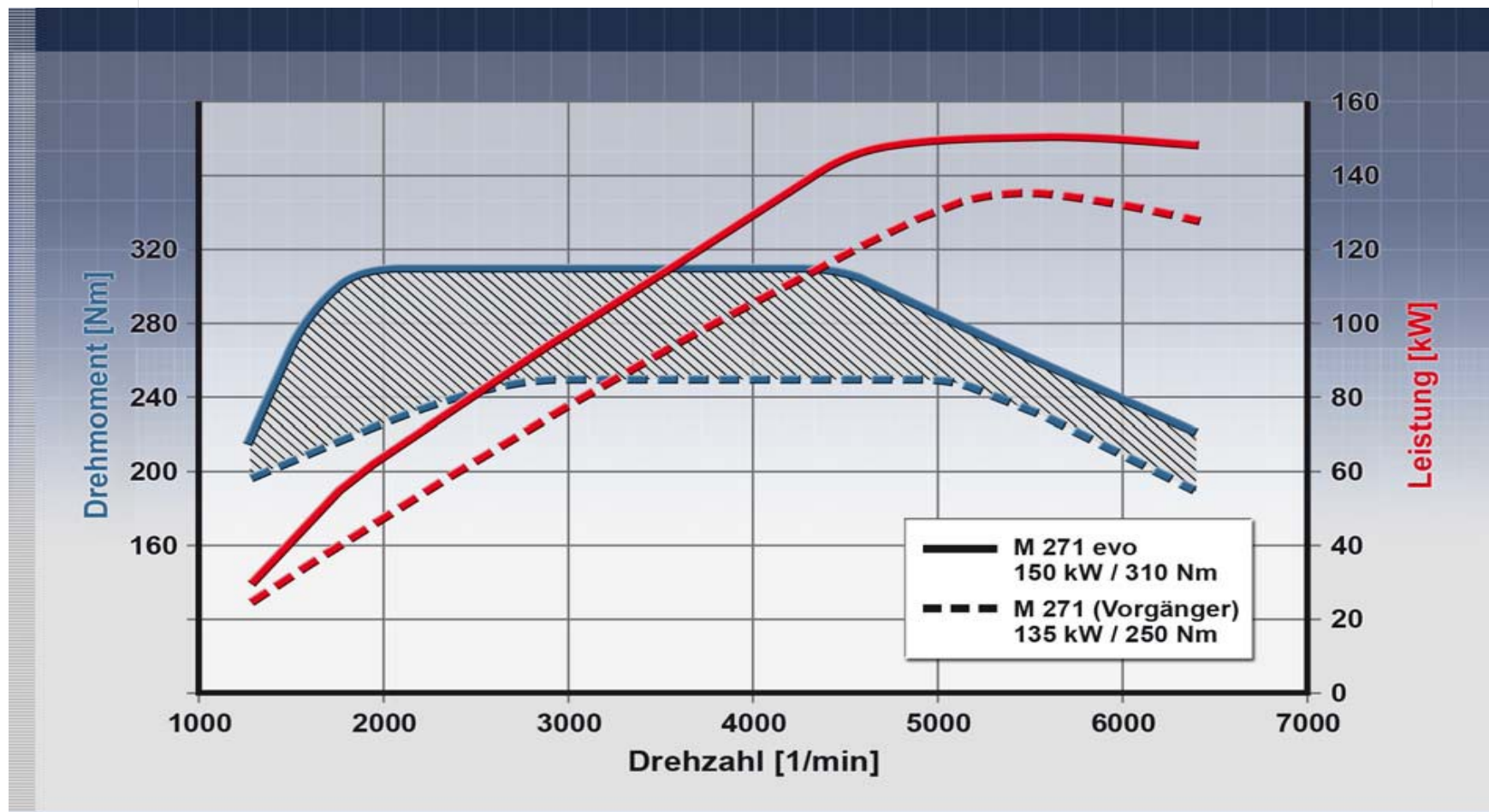


1,8l 4-Zylinder Turbo-Direkteinspritz-Ottomotor



# Leistungs und Drehmoment Verläufe

- Leistungs und Drehmomentdiagramm vom M 271 Evo im Vergleich zum Vorgänger





1,8l 4-Zylinder Turbo-Direkteinspritz-Ottomotor



# Kraftstoffverbrauch und Fahrleistungswerte

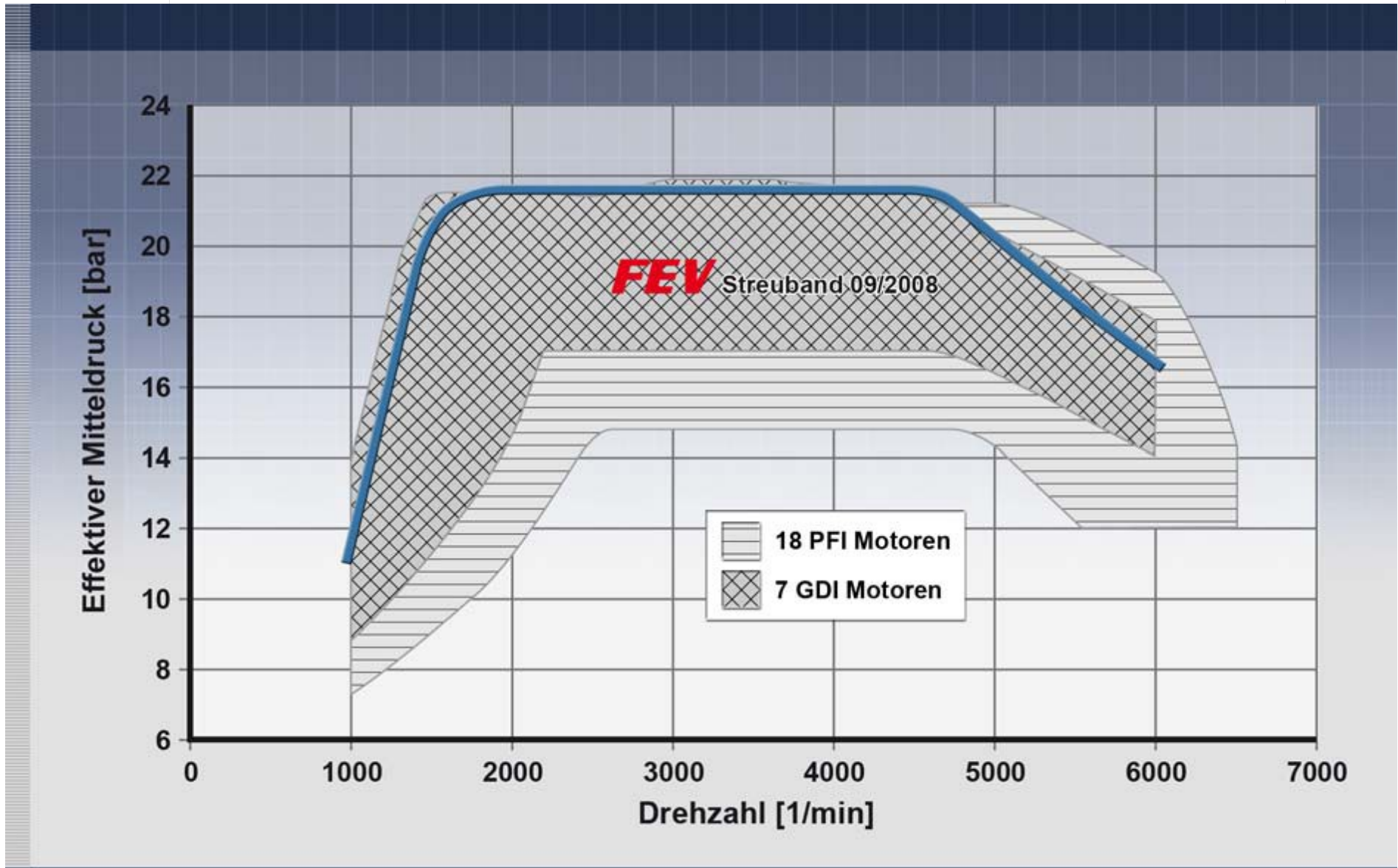
- Spezifische Motorleistung von 83,5 kW/l
- Spezifische Drehmomentwerte von 172 Nm/l



1,8l 4-Zylinder Turbo-Direkteinspritz-Ottomotor



# Kraftstoffverbrauch und Fahrleistungswerte





# Kraftstoffverbrauch und Fahrleistungswerte

NAG: Automatgetriebe

NSG: Schaltgetriebe

\*: mit Start/Stop \*\*: vorläufig

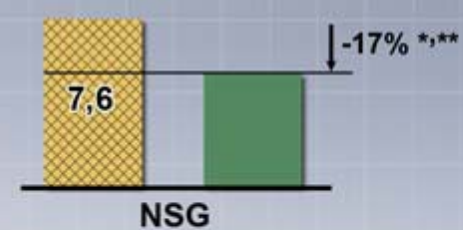
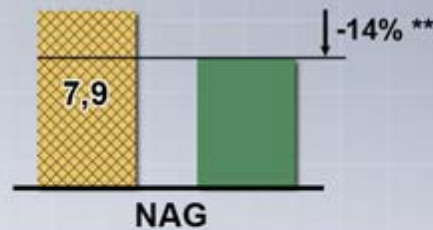


M 271 (Vorgänger) 135 kW

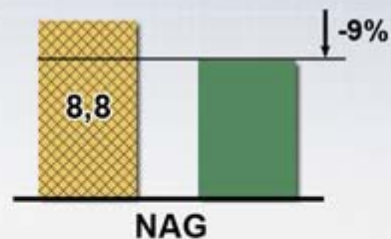


M 271 evo 135 kW

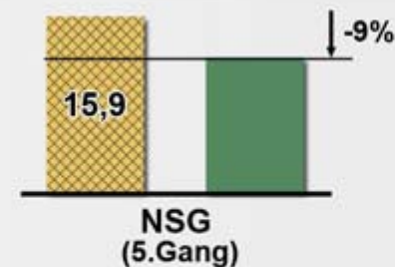
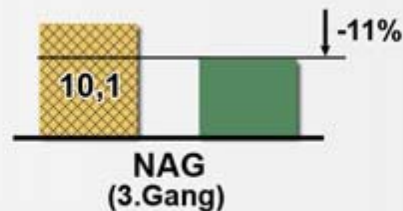
NEFZ-Verbrauch  
[l/100 km]



Beschleunigung  
0 - 100 km/h [sec]



Beschleunigung  
60 - 120 km/h [sec]





# Zusammenfassung

- Umstellung auf Abgasturbolader
- Direkteinspritzung
- Verbrauchsreduzierung
  - Vielfältige Einzelmaßnahmen
- Downsizing weiterentwickelt