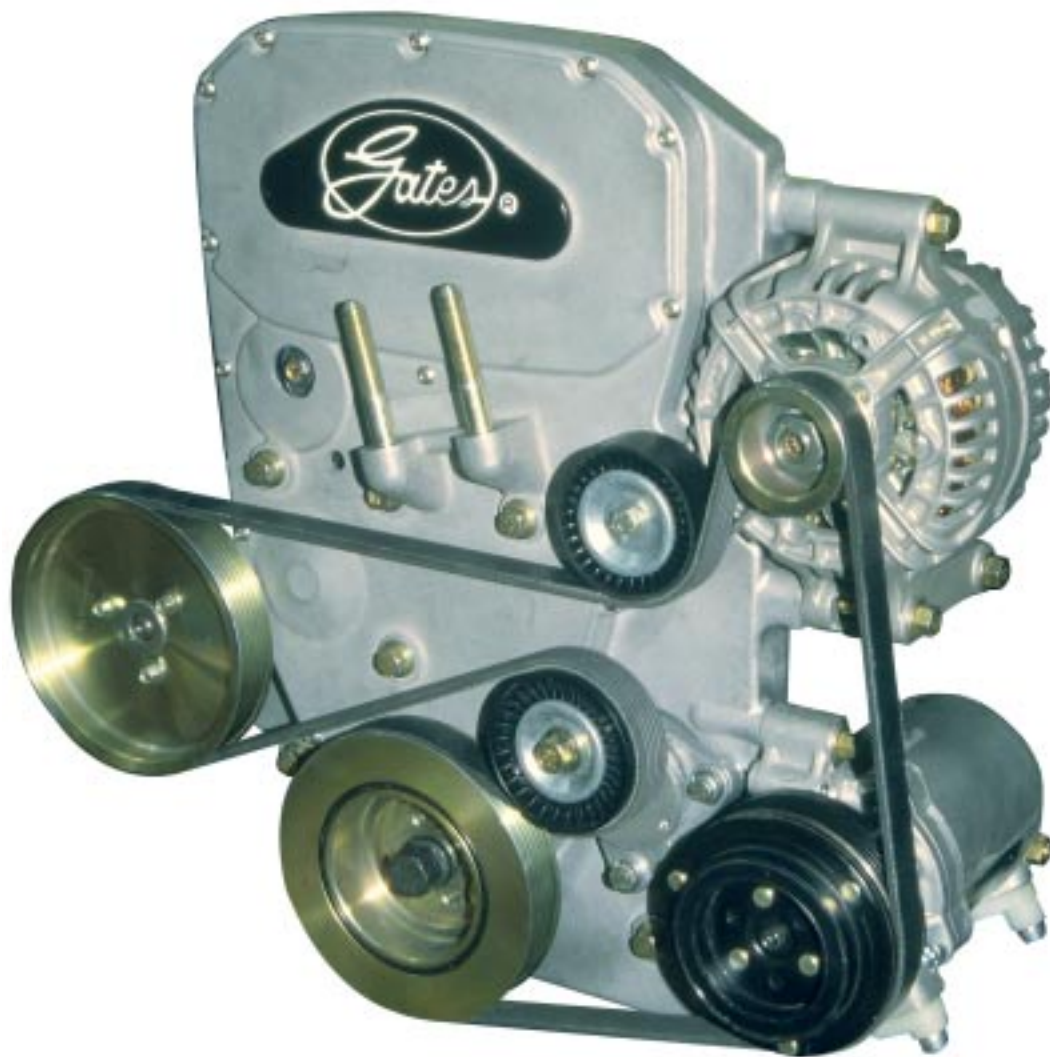


Modul für Synchron- und Nebenaggregatsantriebe



Die Modularisierung im Automobilbau nimmt seit einigen Jahren stetig zu – Frontend, Fahrwerk und fast der gesamte Fahrzeuginnenraum sind mittlerweile modularisiert. Dieser Trend ist im Bereich der Antriebsmodule weniger ausgeprägt, aber auch hier sind Möglichkeiten vorhanden. Die Engine-Module-Produktfamilie (GEM) des amerikanischen Unternehmens Gates bietet ein beträchtliches Wachstumspotenzial für die Modularisierung im Antriebsbereich.

1 Einführung

Am Anfang der GEM10-Idee stand eine Vision: Das Konzept eines völlig eigenständigen Moduls, das alles – von der Frontseite des Blocks bis zum Nebenaggregatetrieb – umfasst und das mit absolut minimalem Arbeitsaufwand und geringstmöglicher Komplexität am Grundmotor montiert werden kann. Die Herausforderung lautete: „Wie lässt sich dies realisieren?“ Die GEM10-Vorführereinheit beantwortet diese Frage eingehend. Sie umfasst den gesamten Steuertrieb, die Wasser- und Ölpumpen, den Drehschwingungsdämpfer und den gesamten Nebenaggregatetrieb einschließlich der Spannrolle, des Generators, der Lenkhilfepumpe etc. **Bild 1** zeigt die erste Einheit, die auf einem Motor mit Zahnriemenantrieb basiert. Das **Bild 2** stellt eine Weiterentwicklung an einem V-Motor mit Steuerkette dar.

Bei der Montage an den Motor wird zuerst die Kurbelwellenriemenscheibe beziehungsweise die Ölpumpenbohrung an der Kurbelwelle ausgerichtet. Danach wird das Modul entlang der Kurbelwellenachse zur Vorderseite des Blocks geschoben. Anschließend werden die Wellen befestigt und der Motorblock mit dem Modulgehäuse verbunden. Alles ist im Modul enthalten. Alle Befestigungen sind unverlierbar, die Dichtungen sind gesichert, und jegliche Staubschutzkappen sind zum Beispiel mit einem Schnappverschluss an Polymer-Gelenken befestigt. Kein anderes Teil als das Modul selbst muss am Montageband verbaut werden. Das bedeutet, dass sogar bei verschiedenen Nebenaggregate-Konfigurationen etwa 100-150 Teile mit zirka 50-75 Teilenummern aus den Motorenwerken verdrängt und durch lediglich ein bis drei Module ersetzt werden.

Um dieses Ergebnis zu erzielen, mussten einige technische Fragen beantwortet werden, zum Beispiel, wie die Steuerantriebskomponenten im Modul fixiert und angeordnet werden sollten. Auch logistische Aspekte mussten betrachtet werden, zum Beispiel wie die Module in Lieferrahmen „verschachtelt“ werden können, um sowohl eine kostengünstige Versanddichte als auch eine ergonomische Handhabung am endgültigen Montageort zu gewährleisten. Die Montage des Moduls am Motor muss einfach und äußerst zuverlässig erfolgen. Außerdem muss der Wertfluss zu echten Kosteneinsparungen und nicht nur zu einer Kostenübertragung vom Erstausrüster zur Lieferbasis führen. Natürlich darf die Qualität des fertig gestellten Motors nicht beeinträchtigt werden. Im Gegenteil, sie sollte durch die Anwendung des neuen Konzepts gesteigert werden. All diese Fra-

gen und viele mehr wurden während des Entwicklungsprogramms von der Idee bis hin zum fertigen Produkt geklärt.

2 Produktkonzept

Die Herausforderung bestand darin, die Vision ohne eine Beeinträchtigung der funktionalen Integrität herkömmlicher Anordnungen zu realisieren. Die Merkmale waren: einfache, fehlersichere Montageverfahren für die Montage des Moduls selbst und für die Montage des Moduls an den

Die Autoren



Roger Stone ist Vice President Advanced Product Development bei der Gates GmbH in Aachen.



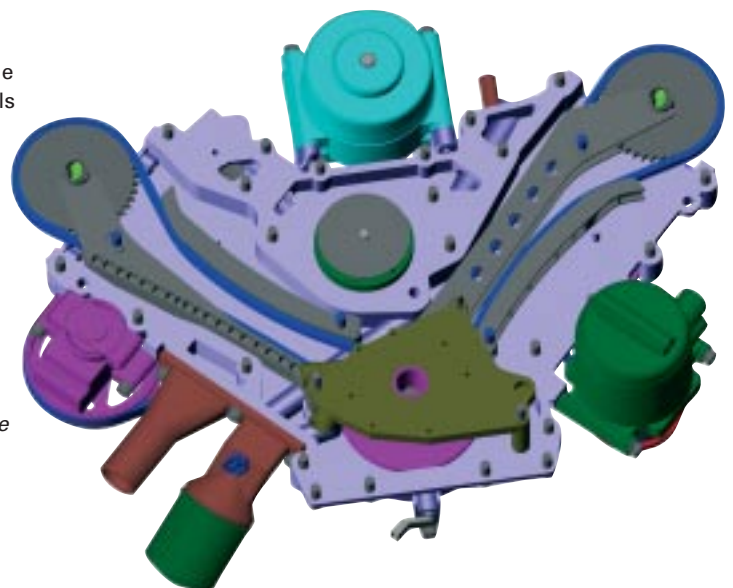
Gordon Hensley ist Director Automotive Modules bei der Gates GmbH in Aachen

1 Einführung



Bild 1: Das erste GEM10-Modul, vorbereitet zur Endmontage an den Motor
Figure 1: The first GEM10 module ready to mount to its engine

Bild 2: Studie eines Moduls (GEM12) für einen V-Motor mit Kettensteuerung
Figure 2: Study for a chain drive module (GEM12) on a Vee engine



2 Produktkonzept



Bild 3: Darstellung eines Moduls in Anlieferungszustand
 Figure 3: Views on the module in the shipping condition

Motor, robuste Transportbedingungen für das Modul, die Vermeidung zusätzlichen Gewichts und gute NVH-Merkmale. **Bild 3** zeigt ein Modul im Transportzustand.

Ein bedeutender Vorteil dieses Moduls besteht darin, dass es in vielen Fällen gelingt, das Antriebskonzept sowohl hinsichtlich des Steuer- als auch des Nebenaggregatetriebs zu optimieren. Die Spann-

und Umlenkrollen sowie zum Teil Nebenaggregate können so positioniert werden, dass sich ein verbessertes Antriebslayout ergibt. Die Anbringung wird nicht durch die Architektur des Basismotors beeinträchtigt, wie dies beispielsweise an der Verbindungsstelle von zwei Komponenten oder nahe des Zylinders oder des Kühlwassermantels der Fall ist.

2.1 Struktur

Die Hauptkomponente ist das in **Bild 4** dargestellte druckgussgeformte Aluminiumgehäuse. Es bildet den hinteren Teil des Gehäuses für Riemen- oder Kettentriebe, wobei es im Fall eines Kettentriebs den Platz der Zahnradabdeckung einnehmen würde und sich „zwischen“ dem Steuer- und den Zwischenantrieben anordnen ließe. Alle anderen Komponenten sind in dieses Hauptgehäuse integriert oder an diesem befestigt. Der hintere Gehäuseteil, kombiniert mit einer tragend ausgeführten Frontabdeckung, bildet eine zweischalige, sehr steife Kastenrahmenstruktur. Diese bildet einen hervorragenden Halt für die Befestigungspunkte der Nebenaggregate. Um die Effektivität dieser Struktur zu maximieren und gleichzeitig das Gewicht zu minimieren, wurden tangentielle Hilfsbefestigungen ausgewählt.

Das hier angewandte Design nutzt eine spezielle Toleranzausgleichsbuchse, deren Außengewinde von der Zylinderblockseite in den Halter eingeschraubt wird. Von der anderen Seite wird eine Schraube in die Buchse eingedreht, bis der Schaft am Innengewinde der Buchse blockiert. Dies ist der Auslieferungszustand, **Bild 5**. Während des Modulbefestigungsprozesses wird der Kontakt zwischen Modul und Motorblock durch einfaches Drehen der Schraube hergestellt, so wie dies bei einer

2.1 Struktur



Bild 4: Strukturiertes Grundträgergehäuse aus Aluminium-Druckguss für ein Demonstrationsmodul
 Figure 4: The backbone or main, structural, pressure die cast, housing for the demonstration module

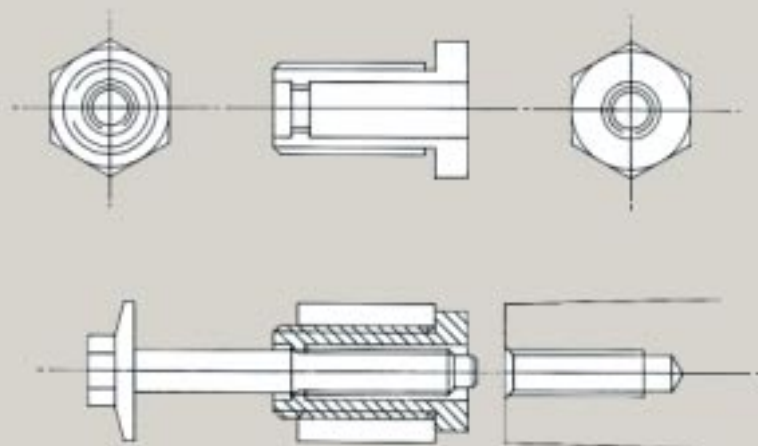


Bild 5: Oben: Toleranzausgleichsbuchse mit Innen- und Außengewinde. Unten: Im Auslieferungszustand ist die Schraube bis zum Ende des Schraubengewindes in die Buchse eingeschraubt
 Figure 5: Top: Clearance compensating sleeve nut, showing the sacrificial thread. Bottom: as-shipped condition with the bolt thread fully engaged with the sacrificial thread

2.2 Komponentenintegration

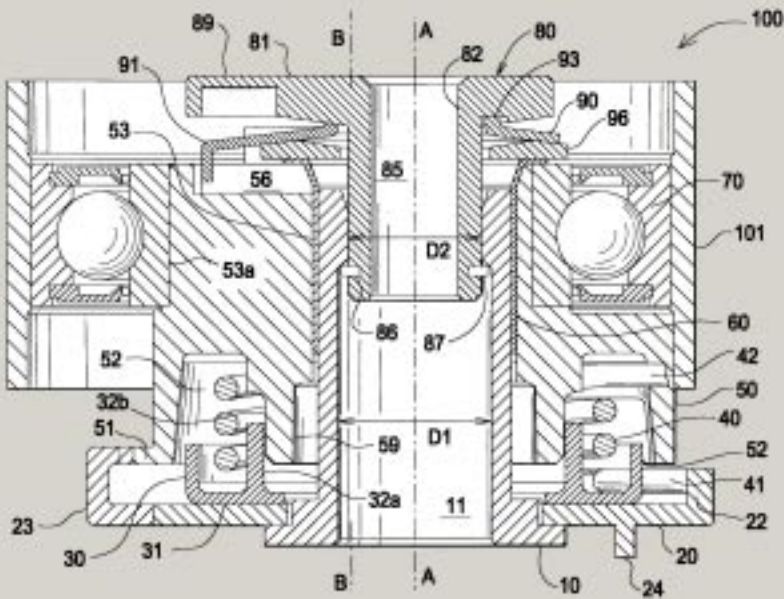


Bild 6: Schnittdarstellung einer „One-Touch“-Spannrolle
 Figure 6: Section through the “one-touch” tensioner

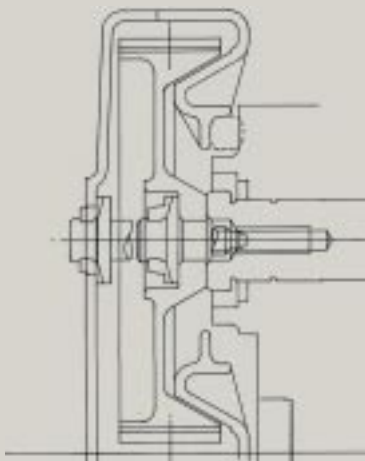


Bild 7: Befestigungsbolzen mit steilem Passkegel, zur optimalen Zentrierung des Nockenwellenrades
 Figure 7: Mating steep cones for cam pulley location and the piloted dowel bolt for ensuring right first time assembly

„normalen“ Verbindung erfolgen würde. Da das Innengewinde der Buchse aufgrund der Interferenz mit dem Schraubenschaft schwergängig ist, dreht sich diese, bis sie am Zylinderblockanguss aufliegt. Nach Überschreitung eines geringen Losreißmomentes kann sich die Schraube im Innengewinde der Buchse frei drehen und die Verbindung zum Motorblock hergestellt werden. Zu erwähnen bleibt, dass durch Einsatz der Toleranzausgleichsbuchse und gleichzeitiger Verwendung eines dünneren Schraubenschaftes das Spiel und die Toleranzen auf allen drei Ebenen kompen-

siert werden. Das Design zeigt eine Vielzahl anderer Anwendungsmöglichkeiten auf, die über den Moduleinsatz hinausgehen. Diese Anwendungen befinden sich bereits in der Entwicklungsphase.

2.2 Komponentenintegration

Die Integration der meisten Komponenten stellte kein Problem dar. Die Ölpumpe zum Beispiel wurde vollständig in das Hauptgehäuse integriert. Dagegen wurde die Wasserpumpe aus Servicegründen nicht in das Hauptgehäuse integriert. Der Drehschwingungsdämpfer und seine Befestigungs-



AUFGABE:

Konstruieren Sie einen Abgaskrümmer mit variablen Querschnitten, kleinsten Radien, gleichmäßigen Wanddicken, engen Fertigungstoleranzen, optimalen Strömungsverhältnissen und geringem Gewicht. Gleichzeitig sollen die Werkzeug- und Fertigungskosten minimiert werden.

schraube werden von der Abdeckung beziehungsweise einer Kunststoffscheibe im Modulgehäuse gehalten. Die Spannrolle des Steuerriemens befindet sich in ihrer Transportposition solange nicht alle anderen Steuertriebkomponenten befestigt sind. Da diese Spannrolle von außen nicht zugänglich ist, ist das normale Doppelexzenter-Installationsverfahren nicht möglich. Daher wurde eine neuartige „One-touch“-Spannrolle entwickelt, die keine Anpassung oder Voreinstellung erfordert und die durch einfaches Festschrauben aktiviert und eingestellt wird, **Bild 6**.

Schwieriger gestaltete sich die Positionierung und Befestigung der Nockenwellen-Riemenscheiben. Die in **Bild 7** dargestellte Lösung zeigt, wie die Riemenscheiben radial mittels steiler Passkegel im Hauptgehäuse montiert sind. Die Frontabdeckung schränkt die Bewegungsmöglichkeiten der Riemenscheibe während der Positionierung ein. Die Riemenscheiben werden während der Modulmontage ausgerichtet und durch einen Kunststoffclip gesichert, so dass ein Zahnübersprung verhindert wird.

Um die Konzentrizität der Riemenscheiben zur Nockenwellenachse nach der Montage zu gewährleisten, wurden Zentrierbolzen verwendet, da die herkömmliche Lösung einer Mittenzentrierung sich für eine blinde Montage nicht eignet. Die Kombination dieser Lösung mit einer kleinen Führungsspitze am Nockenwellenbolzen gewährleistet jederzeit den richtigen Eingriff der Schrauben im Gewinde der Nockenwellen. Durch das Festziehen des Bolzens greift dann der Zentrierstift ein und richtet die Riemenscheibe an der Nockenwelle aus.

3 Noise, Vibration, Harshness (NVH)

Das spezielle Design (interne Verrippung, unterbrochene und bogenförmige Oberflächen) sowie eine FE-Optimierung haben hinsichtlich NVH zu äußerst guten Ergebnissen geführt. Die Eigenfrequenz in der 1. Ordnung hat um 14 Hz zugenommen, obwohl bereits zuvor ein äußerst wettbewerbsfähiges Niveau erreicht worden war. Außerdem haben akustische Berechnungen beträchtliche Verringerungen in der 2. und 4. Ordnung ergeben, was zu einer Gesamtverbesserung gegenüber dem Ausgangsmotor beigetragen hat.

4 Anordnung

In den bislang durchgeführten Studien kam es in keinem Fall zu Nachteilen hinsichtlich der Motorbaulänge, in einigen

Fällen konnte die Länge sogar reduziert werden. Des Weiteren war es möglich, durch die Montage der Nebenaggregate näher zum Block hin den Nebenaggregatetrieb kompakter zu gestalten.

5 Fertigung

Die ursprüngliche Fertigungsstudie wurde auf der Basis eines beispielhaften Produktionsvolumens von 350.000 Einheiten/Jahr erstellt – ein typisches Produktionsvolumen vieler neuer Motorgenerationen. Anschließend wurden Studien für höhere und geringere Volumina durchgeführt, die jedoch hier nur kurz angesprochen werden können. Da die neuartigen Aspekte des Konzepts hauptsächlich im Zusammenhang mit dem Montageverfahren stehen, wird die Fertigung der Grundkomponenten in diesem Artikel außer acht gelassen.

5.1 Montagephilosophie

Gute Montagefähigkeit und die Notwendigkeit zur Kostenoptimierung erfordern zeitliche Abläufe mit guter Ergonomie, gepaart mit einem eindeutigen und klaren Montageablauf. Die Montage des Moduls selbst ist relativ geradlinig und wurde um ein herkömmliches „Power-and-Free“-Förderband-Montageverfahren herum konzipiert, bei dem das Hauptgehäuse als Basisbaueinheit genutzt wird. Die Montage des Moduls am Motor, die bei erster Betrachtung aufgrund der „blinden“ Montage des Steuerantriebs und des Gewichts des Moduls (zirka 25 kg) anspruchsvoll erscheint, erwies sich als überraschend einfach. Es wurden zwei Verfahren entwickelt und simuliert; das erste geht von einem geringen

Automatisierungsgrad und das zweite von einer vollautomatischen Montage aus.

Die Vorteile für die Motorenfertigung sind eindeutig und reichen von der Vereinfachung der Materialbewegung bis hin zu einer höheren Produktivität aufgrund einer geringeren Komplexität.

5.2 Modul-Teilmontage

Normalerweise werden Motoren so montiert, dass sich die Kurbelwelle in einer horizontalen Ebene befindet, so dass die Montage des Steuertriebs auf der vertikalen Ebene erfolgen muss. Demzufolge müssen die Teile häufig manuell montiert, ausgerichtet und sogar während des Anbringens der Befestigungselemente in Position gehalten werden. Außerdem erfordern einige Montageschritte, dass sich der Werker bückt, um Komponenten auf oder unterhalb der Kurbelwellenebene zu sehen oder zu montieren. Das Modul kann dagegen auf der horizontalen Ebene montiert werden, was sowohl ergonomisch günstiger ist, als auch einen stärkeren Einsatz von einfachen, kostengünstigen automatischen Systemen ermöglicht, **Bild 8**. Positionierhilfen im Gehäuse gewährleisten eine ordnungsgemäße Anbringung. Die Integration von Montageüberprüfungen mittels Sensoren oder Sichtkontrollanlagen in eine derartige Fertigungsstraße ist einfach und kostengünstig. In Bezug auf die Riemenscheibenausrichtung bietet dieses Design gegenüber jedem anderen Design, welches Nebenaggregatehalter verwendet, eine Verbesserung, da die angetriebenen Aggregate alle direkt auf derselben Basis montiert werden. Diese gemeinsame Basis kann außerdem genutzt wer-

5.2 Modul-Teilmontage



Bild 8: Die komplette Montage des Moduls kann problemlos in der horizontalen Ebene erfolgen
Figure 8: Simulation of the module assembly process showing the possibility to complete the assembly in the horizontal plane

LÖSUNG:

hde Solutions

hde Solutions ist

Innovationsführer in der

Hydroforming / IHU-Technologie.

Wir entwickeln und produzieren

intelligente Lösungen für indivi-

duelle Rohrkonstruktionen in

der Automobilindustrie.



Lösungen für die technologischen Herausforderungen von morgen.



www.hde-solutions.com

5.3 Montage des Moduls am Motor



Bild 9: „Shuttle“-Fördersystem: Die Montagestation (Mitte) kurz vor der Montage des Moduls an den Motor; das Shuttle ist oben rechts sichtbar

Figure 9: Simulation of the shuttle type assembly station proposed for medium volume assembly lines; the shuttle can be seen in the top right

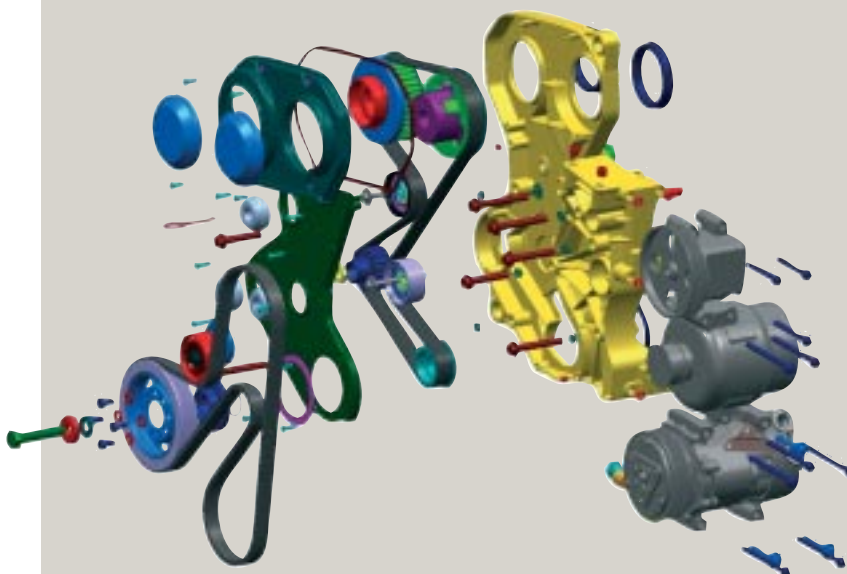


Bild 10: Explosionsdarstellung eines weiteren GEM10-Moduls

Figure 10: An exploded view of another GEM10 module example

den, um mittels einer automatisierten Station die perfekte winklige Ausrichtung und axiale Verschiebung der Nebenaggregats-Riemenscheiben relativ zur Basisfläche zu gewährleisten. Eine der häufigsten Ursachen für Garantieansprüche in Bezug auf Nebenaggregate – Geräusche aufgrund von Fluchtungsfehlern – kann somit deutlich reduziert werden.

5.3 Montage des Moduls am Motor

Eine Grundvoraussetzung für das Montageverfahren ist, dass sowohl die Pleuellwelle als auch die Pleuellwelle vor der Montage des Moduls am Motor eingestellt und fixiert sind. Der Zugriff auf die Wellen muss von oben oder von hinten erfolgen. Das Konzept ist optimal geeignet für die

7 Logistik

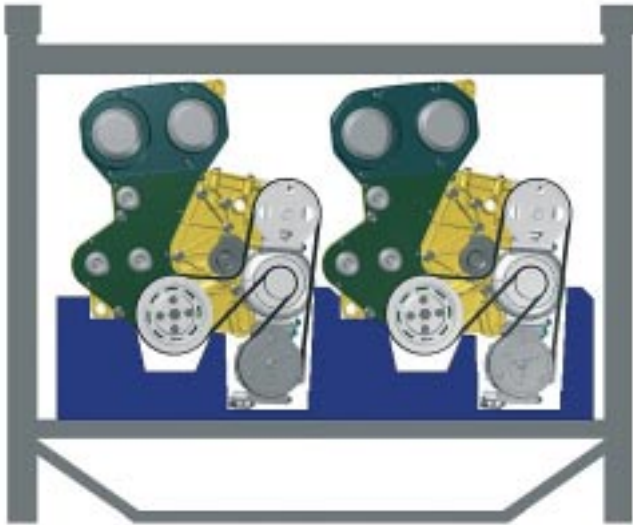


Bild 11: Beispiel für die Anordnung von Modulen in einem Standard-Transportgestell
Figure 11: An example of how a typical module would be packed into a standard shipping rack

zunehmend verwendeten Montageverfahren ohne Nut-/ Federverbindung, die eine präzisere Ventileinstellung ermöglichen. Das Konzept beschränkt sich jedoch nicht alleine auf diese Verfahren.

Für die Variante mit hohen Produktionsvolumina wurde ein „Shuttle“-Fördersystem konzipiert. In diesem Fall bestückt der Werker einen von zwei Förderern mit dem Modul, während sich der andere Förderer in der vollautomatischen Montagestation befindet. Diese Lösung wurde entwickelt, um der hohen Komplexität bei Verwendung eines optionalen VVT an der Auslassnockenwelle und zwei verschiedenen Abständen zwischen Pleuellagerwelle und Nockenwellenmittelpunkt zu entsprechen. Die vier abgeleiteten Varianten wurden in nur zwei verschiedenen Modulen aufgenommen, indem der Steuerantrieb und die Montagestation so konzipiert wurden, dass dasselbe Modul in jeder Blockhöhe angebracht werden kann. Dies wurde durch die Gestaltung sowohl der VVT- als auch der Nicht-VVT-Nockenwellenriemenscheiben mit derselben Geometrie und durch die elektronische Kontrolle der Position der Nockenwellenradmittelpunkte beim Aufschieben des Moduls erreicht. **Bild 9** zeigt das „Shuttle“-Fördersystem, **Bild 10** zeigt eine Explosionsdarstellung dieses Moduls.

6 Auswirkungen auf den Service

Im Gegensatz zur konventionellen Ausführung sind einige der Bolzen, die durch die

Steuerabdeckung verlaufen, größer und länger als üblich. Die Neben- und Steuerantriebe können genauso gewartet werden, wie dies heute erfolgt. Eine per Steuerriemen angetriebene Wasserpumpe kann auf normale Art und Weise gewartet und ausgetauscht werden. Befestigungsbolzen außerhalb des Steuergehäusedeckels gewährleisten die Aufrechterhaltung der Funktion der Flüssigkeitsdichtung zwischen Modul und Zylinderblock.

7 Logistik

Das wichtigste und am meisten kontroverse Thema ist die gängige Praxis, die Nebenaggregate und deren Antrieb an einem separaten Montageband zu montieren, welches sich normalerweise im entsprechenden Fahrzeugwerk befindet. Dies ist kein Universalverfahren und kann aufgrund der übermäßigen Komplexität mit erhöhtem Ausschuss verbunden sein. In der Praxis gibt es enorme Unterschiede; einige Hersteller verwenden den gleichen Motor in einer Vielzahl von Fahrzeugen und benötigen trotzdem nur zwei Nebenaggregateversionen – mit/ohne Klimaanlage. Andere Automobilhersteller verwenden einen Basismotor mit dutzenden verschiedenen Nebenaggregaten. Das GEM10-Konzept sollte als eine Möglichkeit betrachtet werden, die Komplexität deutlich zu verringern.

Eine weitere logistische Herausforderung ist die Integration in den Prozessfluss. Aufgrund des hohen Modulwertes sollte es als ein JIT/JIS-Lieferobjekt betrachtet wer-

den, das in unmittelbarer Nähe zum Werk des Kunden montiert wird. Die Montage der Module an den Rumpfmotor kann durch Gates-Personal im Werk des Kunden erfolgen.

Das in **Bild 11** dargestellte Beispiel einer Modulanordnung zeigt eine akzeptable Gewichts- und Raumnutzung sowie annehmbare Bedingungen für das Entnehmen der einzelnen Module von der Palette. Das in **Bild 2** gezeigte V-Motor-Modul könnte in zwei, in entgegengesetzte Richtungen zeigende, verschachtelte Reihen gepackt werden. Der Werker würde in diesem Fall eine Seite komplett leeren, dann die Palette drehen und anschließend die andere Seite abarbeiten.

8 Vorteile

Die sich für die Fahrzeughersteller aus diesem Konzept ergebenden Vorteile sind zahlreich und vielfältig, aber die wesentlichen Vorzüge können unter den Punkten Qualität, Kosten, Komplexität und Risiko zusammengefasst werden.

8.1 Qualität

Eine drastische Verbesserung der Fluchtungsproblematik im Nebenantrieb ist besonders hervorzuheben. Die horizontale Montagerichtung mit dem Gehäuse als Montagerahmen bringt ergonomische Verbesserungen mit sich, ermöglicht eine stärkere Nutzung von Fehlerprüfverfahren und einen höheren Automatisierungsgrad. Die Lieferung von überprüften Modulen führt zu einer Verringerung der Nacharbeit am Motor. Durch den hohen Automatisierungsgrad ist eine Rückverfolgbarkeit lückenloser und genauer möglich, als das bisher der Fall ist.

8.2 Kosten

Die Studie hat gezeigt, dass man bei einem Produktionsvolumen von jährlich 350.000 Einheiten durch die Neugliederung des Arbeitsprozesses eine Einsparung von bis zu 18 direkten Stellen erzielen kann. Dies umfasst auch die Verlagerung der Modulmontage vom Erstausrüster zum Lieferanten. Nicht berücksichtigt ist unter anderem der Materialfluss, was zu weiteren Einsparungen führen könnte.

Die erforderliche Produktionsfläche im Motorenwerk reduziert sich um bis zu 400 m². Hinzu kommt noch der Raumgewinn im Fahrzeugwerk.

Hinsichtlich der Materialkosten ergeben sich nur geringfügige Änderungen. Zusätzliches Material im Hauptgehäuse wird durch die Vermeidung von Haltern und die Integration anderer Teile ausgeglichen. Dies führt schnell zu beträchtlichen Kos-

teneinsparungen, wenn die Möglichkeit zur Reduzierung der Modellvarianten genutzt wird. In jeder bislang durchgeführten Umbau-Studie ergab sich eine Verringerung des Nettogewichts und somit ein geringeres Material-Gesamtgewicht. Zur Erzielung von größtmöglichen Kosten- und Gewichtsvorteilen sollte das GEM10-Konzept von Beginn an bei einem neuen Motorenprogramm berücksichtigt werden.

8.3 Komplexität

Für einen DOHC-Reihen-Ottomotor sollte das Teileanzahl-Reduktionsverhältnis für ein typisches Motorenwerk etwa 60:2 betragen, wenn die Klimaanlage optional verbaut wird. Das Verhältnis der umzuschlagenden Teile wird wohl eher bei 100:2 liegen. Wenn Modellvarianten vermieden werden können, lassen sich diese Verhältnisse noch weiter verbessern. Die Komplexität ist eng mit den Kosten verbunden. Eine Vereinfachung führt zu Kosteneinsparungen in der Teilebeschaffung, im Materialfluss, bei der Sortierung, bei der Verwaltung der Teilenummern, in der Entwicklung, in der Ersatzteilversorgung etc. Die Kosten der Komplexität auf der Ebene des Fahrzeugherstellers lassen sich nur schwer in Zahlen ausdrücken, aber zweifelsohne sind beträchtliche Einsparungen möglich.

8.4 Risiko

Die Reduzierung der Komplexität minimiert das technische Risiko und steigert die Qualität.

Das Kapitalrisiko wird verringert, da einerseits der Kapitalbedarf sinkt und andererseits teilweise durch den Lieferanten übernommen wird.

Qualitäts-, Garantie- und Volumenrisiken werden durch die Möglichkeit verringert, bereits überprüfte, rückverfolgbare Module zu beschaffen. Dies sind normalerweise kritische Punkte im Motorenbau.

9 Schlussfolgerungen

Das Modulkonzept hat nachweislich alle ursprünglichen Vorgaben erreicht oder sogar übertroffen – Funktionalität, NVH, Robustheit des Montageverfahrens, Qualität und Verringerung der Gesamtkosten. Das Konzept bietet hinsichtlich des Qualitätsmanagements, der direkten und indirekten Lohneinzelkosten, des Kapitals und der Komplexität enorme Vorteile für die Fahrzeughersteller.

Die ursprüngliche Frage „Wie kann dies realisiert werden?“ wurde beantwortet. Während der Konzeptentwicklung wurden Lösungen für Zahnriemen-, Kettenantriebe, Reihen- und V-Konfigurationen, Otto- und Dieselmotoren, SOHC und DOHC

entwickelt. Eine Reihe von Patentanmeldungen wurden im Zusammenhang mit dem GEM10-Konzept eingereicht. Es ist außerdem ohne Weiteres möglich, weniger anspruchsvolle Module zu konzipieren. So wurde zum Beispiel im Rahmen einer weiteren Studie, Bild 10, ein so genanntes trockenes Modul untersucht, das weder Öl- noch Wasserpumpen umfasst.

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokuments läuft bereits das erste Serienprogramm, und die Großserienfertigung soll während der zweiten Jahreshälfte 2006 aufgenommen werden. Für zwei weitere Programme werden derzeit Verhandlungen geführt, und Gates verfolgt gespannt, wie sich ein neuer Prozess entwickelt, der den Motorenbau der Zukunft verändern wird. ■

Just Point and Scan



LICHT ALS SCHWINGUNGSSENSOR:

Die neue PSV-400 Scanning Vibrometer Familie – einfach, schnell, flexibel, genau, berührungslos und rückwirkungsfrei für 1D und 3D Messungen.

Vorteile:

- Hohe räumliche Auflösung
- Einfache Bedienung und Datenerfassung
- Animierte Darstellung der Schwingform in 3D
- Schnittstellen zu FEM- und Modalanalyse-SW
- Laserbasierende Geometrie-Scaneinheit zur 3D Koordinatenerfassung
- Kein Anbringen/Entfernen von taktilen Sensoren



PSV-400 Geometrie-Scan eines Getriebegehäuses

Besuchen Sie uns
Control 2005, Halle 1 - Stand 1224
Sensor + Test 2005, Stand 7-651

Beratung! Vorführung! Miete!
Telefon (0 72 43) 604-178/ -104

POLYTEC GMBH
Polytec-Platz 1-7
D-76337 Waldbronn
Telefax 07243 604-320

For an English version of this article, see **MTZ worldwide**
For information on subscriptions, just call us or send an email or fax.



MTZ Vieweg Verlag Postfach 1546 D-65173 Wiesbaden
Hotline 06 117/78 78-151 Fax 06 117/78 78-423
email: vieweg.service@gvw-fachverlage.de