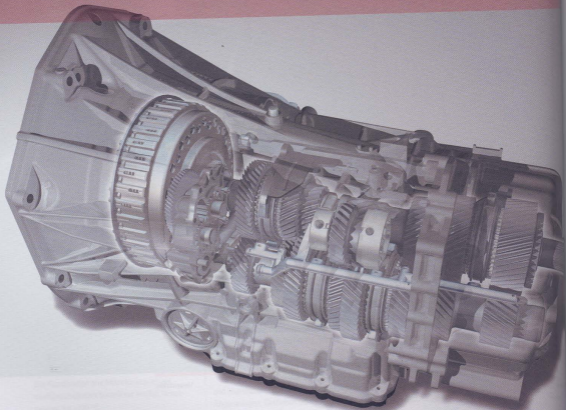


Das neue Doppelkupplungs- getriebe von BMW

BMW präsentiert eine Alternative zur Sechsgang-Handschtaltung für sportlich ambitionierte Fahrer, die gleichzeitig Komfortmerkmale eines Automatikgetriebes aufweist. Das neue Siebengang-Sportautomatikgetriebe mit Doppelkupplung ermöglicht dynamische Beschleunigungsvorgänge und trägt zur Senkung der Verbrauchs- und Emissionswerte bei.



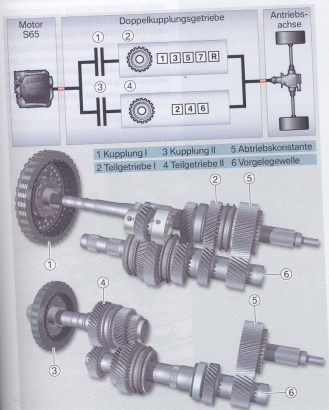
1 Ziele

Obwohl BMW mit den aktuellen Wandler-Planetenautomatikgetrieben führende Produkte bezüglich Komfort, Effizienz und Sportlichkeit anbietet, wurde bei der Neuentwicklung bewusst auf ein Konzept mit Doppelkupplung gesetzt. Die Gründe für diese Entscheidung sind vielschichtig: Für Anwendungen mit hochdrehenden Sportmotoren ist die Drehzahlfestigkeit des Getriebekonzepts ausschlaggebend, denn Motordrehzahlen jenseits von 8000/min (das neue Doppelkupplungsgetriebe ist für 9000/min ausgelegt) sind mit Wandler-Planetenautomatikgetrieben nicht zu beherrschen. Mit deutlichen Wirkungsgradvorteilen gegenüber den aktuellen Automatikgetrieben können mit einem Doppelkupplungsgetriebe

(DKG) signifikante Verbrauchsvorteile erzielt werden.

Ein Doppelkupplungsgetriebe bietet die Möglichkeit, das Getriebe sowohl in komfortorientierten Fahrzeugen als auch in Hochleistungsportwagen ohne nennenswerte Modifikationen einzusetzen, da es konzeptbedingt über Flexibilität verfügt und damit an unterschiedliche Anwendungsfälle angepasst werden kann. Um diese Anpassungsfähigkeit mit ehrgeizigen Effizienzanforderungen vereinen zu können, galt es bei der Entwicklung des neuen Getriebes, scheinbare Zielkonflikte zu lösen, um im Einzelnen folgende Eigenschaften umzusetzen:

- zum BMW Wandler-Planetenautomatikgetriebe kompatibles System bei Drehmomenten bis 600 Nm und vergleichbarem Gewicht



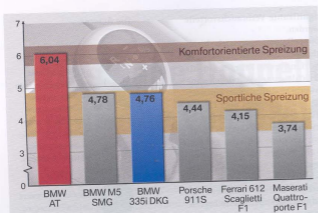


Bild 2: Vergleich der Getriebespeizungen im Wettbewerbsumfeld

- Eignung für Motoren mit Hochdrehzahlkonzept
- hohe Effizienz mit Verbrauchsvorteilen gegenüber den aktuellen Automatikgetrieben (AT)
- Dynamik mit hohen Fahrleistungen durch sportliche Speizung und enge Gangstufung
- Fahrkomfort mindestens auf Niveau eines Wandler-Planetenautomatikgetriebes; Getriebe soll in der Lage sein, bisher angebotene Automatikgetriebe zu ersetzen
- einfache Anpassungsfähigkeit des Getriebes an unterschiedliche Fahrzeugapplikationen durch Gestaltung einer flexiblen Funktionssoftware.

An dieser Stelle ist auch erwähnenswert, dass mit der Entwicklung ein Wettbewerb der Technologien DKG und AT initiiert wurde, der zukünftig positive Effekte und Rückwirkungen auf beide Technologien nach sich ziehen wird.

2 Arbeitsmodell in der Entwicklung

Mit der Konzeptauswahl und der Wahl des Lieferanten Getrag wurde gleichzeitig ein neues Zusammenarbeitsmodell zwischen Original Equipment Manufacturer und Lieferant installiert. Die Zusammenarbeit zwischen BMW und dem Systemlieferanten sollte in diesem Projekt deutlich intensiver und enger sein als üblicherweise.

Im Regelfall liegt die Kernkompetenz in der Getriebeentwicklung von BMW

entwicklungsseitig in der exakten Definition aller Anforderungen und Schnittstellen bei der Fahrzeugintegration und der Applikation sowie in der Absicherung der Komponente in der Fahrzeugumgebung. In diesem speziellen Fall lag jedoch die besonders große Herausforderung vor, das erste großserientaugliche, hochdrehzahlfähige Doppelkupplungsgetriebe für Standardantrieb in weniger

als drei Jahren zur Serienreife zu entwickeln. Um diese Aufgabe zu meistern, wurden von Beginn der Entwicklung an firmenübergreifende, von Entwicklungsmethodikern unterstützte Fachteams für Hardware, Funktionsentwicklung und Software gebildet, die alle Entwicklungsumfänge von der Konzeption über den Systementwurf bis zur Absicherung gemeinsam betrieben haben.

3 Technische Merkmale des neuen Doppelkupplungsgetriebes

3.1 Radsatzkonzept

Bereits bei der Konzeption des Doppelkupplungsgetriebes musste das Ziel der Systemneutralität zum aktuellen Sechsgang-Automatikgetriebe berücksichtigt werden. Die geforderte Drehmomentkapazität bis 600 Nm führte zu einem Getriebekonzept mit einer Abtriebskonstanten und einer seitlich senkrecht positionierten Mechatronik-Einheit. Ein solches Radsatzkonzept steigert zwar die getriebeinternen Drehzahlen auf ein höheres Niveau, reduziert aber die Momente und zu synchronisierenden Massen, wodurch kleiner dimensioniert werden konnte und die vorgegebenen Sys-

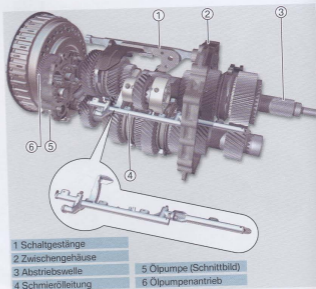


Bild 3: Schmierölkonzept

tem- und Gewichtsziele eingehalten wurden. **Bild 1** zeigt einen Schnitt des Getriebes mit beiden Teilgetrieben und der Vorgelegewelle. Teilgetriebe eins beinhaltet die Gänge eins, drei, fünf, sieben und R, auf Teilgetriebe zwei liegen die Gänge zwei, vier und sechs.

Mit sieben Gängen, sportlich enger Stufung bei einer kleinen Spreizung von 4,8 steht in jeder Fahrsituation eine optimale Getriebeübersetzung zur Verfügung. **Bild 2**. Um Motordrehzahlen von bis zu 9000/min zulassen zu können, wird zur Vermeidung zu hoher Gelenkwendendrehzahlen der siebte Gang als Direktgang ausgeführt. Um trotz dieser Radsatzanordnung ausreichend Bodfreiheit beizubehalten, positionierten die Entwickler die Mechatronik seitlich am Getriebe. Das damit mögliche direkte Eingreifen der Mitnehmerfinger aus der hydraulischen Schaltbetätigung in die Schaltstangen führt zu einem hohen Integrationsgrad, der eine einfache effektive Aktuierung mit kurzen hydraulischen Wegen und somit eine Unterstützung der hohen dynamischen Anforderungen erlaubt. Um gleichzeitig trotz des erhöhten Drehzahlenniveaus im Radsatz den hohen Wirkungsgradanforderungen an ein modernes Getriebe gerecht zu werden, konzipierten die Ingenieure einen Trockensumpf und eine Einspritzschmierung. Dabei garantieren genau platzierte Düsen die Schmierung der Verzahnung; die der Lagerungen erfolgt durch die Hohlwellen des Radsatzes, **Bild 3**.

3.2 Doppelkupplung

Bei der Doppelkupplung handelt es sich um eine konventionelle, in Radialbauweise aufgebaute Mehrscheibenkupplung mit hydrodynamischem Druckausgleich. Die Kupplung ist motorseitig über ein Profil mit einem Zweimassenschwungrad verbunden, während getriebe-seitig die Eingangswellen der beiden Teilgetriebe jeweils an die Innenlamellen-träger angekoppelt sind. Die Kupplungslagerung im Getriebe erfolgt über einen gehäusefesten Stator, der gleichzeitig als Drehdurchführung für das Druck- und Kühl- beziehungsweise Schmieröl dient. Zahlreiche konstruktive Detaillösungen zur gezielten Schleppmomentreduzierung sind hier eingeflossen. So wurden beispielsweise die

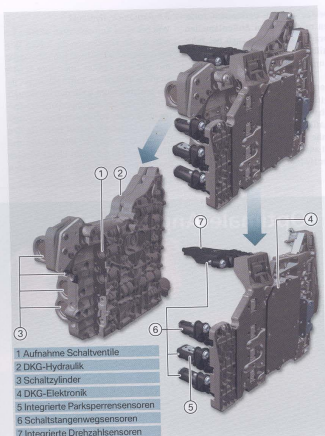
Reibbeläge auf den permanent rotierenden motorseitigen Außenlamellen angebracht, um das Öl auch bei Fahrzeugstillstand möglichst schnell aus der Kupplung zu befördern.

3.3 Mechatronik

Die seitlich am Getriebe angeordnete, ähnlich wie bei einem Wandler-Planeten-automatikgetriebe aufgebaute Mechatronik-Einheit ist in **Bild 4** zu erkennen. Sie besteht aus einem E-Modul mit Sensorik und der Hydraulik-Aktuatorik-Einheit.

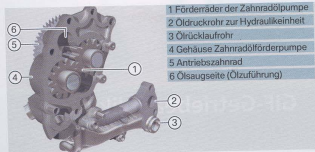
3.4 Aktuatorik, Hydraulik

Wie bei allen Komponenten werden bereits an der Konzeption die hohen Wirkungsgradziele deutlich. Die Versorgung mit Öldruck erfolgt über eine relativ kleine achsparallele Zahnradpumpe, deren Leistung nicht nach den bei Berganfahrten oder im Anhängerbetrieb benötigten großen Volumenströmen ausgelegt ist, sondern ausschließlich den Grundbedarf abdeckt. **Bild 5**. Aufgrund der Baugröße sind somit kleine Verlustleistungen garantiert. Zur maximalen



- 1 Aufnahme Schaltventile
- 2 DKG-Hydraulik
- 3 Schaltzylinder
- 4 DKG-Elektronik
- 5 Integrierte Parksperrensensoren
- 6 Schaltstangenwegsensoren
- 7 Integrierte Drehzahlsensoren

Bild 4: Mechatronikmodul



- 1 Förderräder der Zahnradölpumpe
- 2 Öldruckrohr zur Hydraulikeinheit
- 3 Ölrücklaufrohr
- 4 Gehäuse Zahnradölförderpumpe
- 5 Antriebszahnrad
- 6 Ölsaugseite (Ölzuführung)

Bild 5: Zahnradölpumpe

Kühlung wird die Pumpe durch eine zusätzliche Saugstrahlpumpe mit Strahlverstärkung bis zum Faktor 2,5 unterstützt.

Um geringe Systemleckagen und gleichzeitig den kompakten Bauraum der Hydraulik zu erreichen, ist lediglich das Hauptdruckventil als Vorsteuerventil

ausgeführt; die Druckregler für Kupplungen und Schaltventile hängen sind direkt angesteuerte Ventile. Zum Erhalt der geforderten Ölreinheit über die gesamte Lebensdauer bei nur einer (Lifetime-)Ölfüllung, wurde der bei Automatikgetrieben gängige Saugfilter durch einen zusätzlich im Schmierölpfad angeordneten Druckfilter ergänzt. Die Realisierung einer Lifetime-Ölfüllung ist dabei ein absolutes Novum, da Doppelkupplungsgetriebe bisher Ölwechselintervalle von in der Regel 60.000 km aufweisen.

3.5 Elektronik-Modul

Mit Ausnahme eines Kombisensors (Eingangsdrehzahl- und Kupplungstemperatur) sind für das System notwendigen Sensoren in der DKG-Elektronik integriert. Die in Hybridtechnologie aufgebaute Schaltung beinhaltet den modernen 32-bit-Mikrocontroller der Infineon-Tricore-Familie, dessen On-Chip-Komponenten wie Controller Area Network- und Serial Peripheral Interface-Controller, Analog-Digital-Wandler, Ein-/Ausgabe (Input/Output, I/O)-Kanäle, Random Access Memory und Read Only Memory es erlauben, im verfügbaren Bauraum auch den Überwachungsprozessor mit Spannungsversorgung sowie die anwendungsspezifische integrierte Endstufen-Schaltung (Application Specific Integrated Circuit) und deren Leistungshalbleiter zu platzieren. Das zur Kühlung ölumströmte Aluminium-Druckguss-Gehäuse der Elektronik trägt die seitlich montierten, über Flexleitungen kontaktierten Sensor- und Ventilbänke. Ein direkt auf der Ventilbank sitzender Modulstecker stellt über einen internen Kabelbaum die Verbindung zum äußeren Getriebestecker an der Getriebeoberseite und dem Kombisensor her, wodurch bezüglich der Temperatur eine optimale Lage der elektrischen Schnittstelle zum Fahrzeugbordnetz gewährleistet ist.

4 Funktionssoftwarekonzept

Um das geforderte Fahrverhaltensspektrum von komfortabel bis dynamisch abbilden zu können, galt es, die Ansteuerung der Kupplungen strategiefähig zu gestalten. Damit gelingt es mit dem neuen Getriebe im Falle des neuen BMW

335i das bisher angebotene Automatikgetriebe komplett zu ersetzen, indem es den Komfortansprüchen bisheriger Automatikkunden gerecht wird. Im M3 ersetzt das Getriebe die sportlichen Sequentiellen Manuellen Getriebe (SMG) und steht diesem bezüglich Dynamik in Nichts nach, im Gegenteil.

Um zusätzlich Varianten effizient ableiten zu können, wurde die Funktionssoftware des Getriebes nach einem modellbasiertem Ansatz entwickelt. So gelingt es, die Applikation in weiten Teilen anhand fahrverhaltensnaher Kenngrößen zu beeinflussen. Durch Trennung von getriebe- und fahrzeugspezifischen Parametern lassen sich gezielt Anpassungen an neue Fahrzeugvarianten vornehmen, ohne den gesamten Schaltablauf neu bedaten zu müssen. Die hierbei berücksichtigte Strategiefähigkeit der Kupplungsansteuerung erlaubt es, eine große Bandbreite im Fahrverhalten abbilden zu können.

4.1 Intelligente Getriebefunktionen für Dynamik und Effizienz

Besonderes Augenmerk galt in der Entwicklung auch der getriebeinternen Funktionalität wie der Kühlung und der Schmierung. Um den Ölhaushalt zu kontrollieren und das Druckniveau in der Hydraulik aus Wirkungsgradgründen so niedrig wie möglich zu halten, wurde die Ansteuerung der Kühlung und Schmierung konsequent bedarfsorientiert gestaltet. In Kombination mit der bedarfsgerechten Bedrückung der Getriebeakuatorik konnten durch die Software spürbare Verbesserungen des Getriebewirkungsgrades und somit des Verbrauchsverhaltens erzielt werden.

In den Stillstandsphasen gelingt es, die Kupplungsdrücke soweit zu reduzieren, dass nur ein Minimum an Standerschleppmoment verbleibt. Das Getriebe erreicht so speziell gegenüber Wandlerautomatikgetrieben selbst bei Nutzung des Standabkopplungsmodus deutliche Verbrauchsvorteile, was **Bild 6** anhand des momentanen Verbrauchs zu entnehmen ist. Durch intensive Ausarbeitung der Anfahrunktionalitäten bleibt dem Fahrer die komplette Öffnung des Antriebsstrangs im Stand verborgen, da trotz Standabkopplung keine merklichen Einbußen bezüglich Response und Komfort beim Anfahren hingenommen werden

müssen. Um in kurzen Reaktionszeiten Fahrerwünsche umsetzen zu können, wurde eine intelligente Prädiktionsstrategie für das jeweils nicht im Kraftfluss liegende Teilgetriebe implementiert. Je nach Fahrsituation hält die Funktionalität mit hoher Zielsicherheit bereits den nächsten Gang bereit, bevor er vom Fahrer angefordert wird. Auf diese Weise gelingt es, die Zeit für das Gangeinlegen zu sparen und sofort Dynamik zu gewährleisten. In Fahr-

situationen, in denen mit keinem Gangwechsel zu rechnen ist, hält sich die Funktion mit Prädiktionen jedoch zurück, um eine unnötige Erhöhung des Getriebeschleppmoments und somit Verbrauchsnachteile zu vermeiden.

4.2 Wirkungsgrad, Fahrleistungen, Verbrauch

Durch die beschriebenen Maßnahmen gelang es mit dem Doppelkupplungsgetriebe

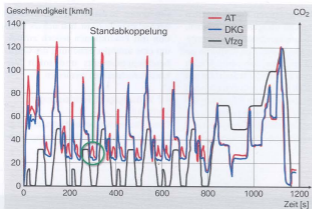


Bild 6: Übersicht Phasenverbrauch: deutliche Vorteile in den Standphasen

Effizienz und Dynamik zu kombinieren. Trotz der sportlich positionierten kleinen Spreizung von 4,8 bei sieben Gängen erzielt es im Neuen Europäischen Fahrzyklus gegenüber den aktuellen Automatikgetrieben einen Verbrauchsvorteil von zirka 5 %, **Bild 7**. Gleichzeitig erreicht das DKG gegenüber der gleichen Basis deutliche Fahrleistungsverbesserungen, zum Beispiel beim Sprint von 0 km/h auf 100 km/h um 0,2 s.

5 Ausprägung von Fahrverhalten und Fahrzeugapplikation

Mit der beschriebenen Konzipierung und der flexiblen, modularen Funktionssoftware kann das Fahrverhalten der mit Doppelkupplungsgetriebe ausgestatteten Fahrzeuge reproduzierbar über die gesamte Bandbreite zwischen Dynamik und Komfort angeboten werden. **Bild 8** zeigt die möglichen Einsatzfelder des Getriebes im Vergleich zu bisherigen Getriebekonzepten. Durch die Strategiefähigkeit der Kupplungsansteuerung und somit der Möglichkeit zur Bildung unterschiedlicher Fahrprogramme kann in ein und demselben Fahrzeug die gesamte Bandbreite von komfortabel bis dynamisch beliebig fein abgestuft eingestellt werden.

Die starke Differenzierungsfähigkeit zeigt sich bei den unterschiedlichen Ausprägungen des Getriebes im neuen BMW 335i mit DKG und dem neuen M3 mit M-DKG und Drivelogic. Im 335i er-

setzt das DKG das bisher eingesetzte Wandler-Planetenautomatikgetriebe und ist deshalb auf Komfort abgestimmt. Gleichzeitig bietet es dem Kunden Dynamik. Der M3 ist betont sportlich positioniert. Zusätzlich bietet es speziell gegenüber dem bisherigen SMG Vorteile beim Fahrkomfort. Neben dem Fahrverhalten bietet das Getriebe weitere Möglichkeiten, je nach Fahrzeuganwendung zusätzliche Funktionalitäten zur Verfügung zu stellen. Somit sind Differenzierungen von Fahrzeugen trotz gleicher Getriebehardware einfach zu realisieren. Die folgenden Beispiele ver-

deutlichen, wie diese Freiheiten genutzt werden: dem frei applizierbaren Anfahrverhalten, der sogenannten „Launch Control“, der Schlupferkennung und dem flexiblen Bedienkonzept mit Differenzierung im Fahrverhalten.

5.1 Unterschiedliches Anfahrverhalten

Mit der Anfahrkupplung ist es möglich, das Anfahrverhalten frei zu applizieren. Während der 335i mit Lösen der Bremse ähnlich wie ein Wandler-Planetenautomatikgetriebe kriecht, bleibt der neue M3 zunächst stehen. Erst mit Berührung des Gaspedals setzt sich das Fahrzeug in Bewegung. Seine Geschwindigkeit kann dann kriechend, auch mit der Bremse feinfühlig kontrolliert werden. Die Höhe des jeweiligen Kriechmoments, der Übergang vom Stand ins Kriechen und der anschließenden Anfahrvorgang kann für jede Fahrzeuganwendung individuell nach Lastzustand von den Applikateuren gestaltet werden.

5.2 Traktionskontrolle „Launch Control“

Die „Launch Control“ (LC) im neuen BMW M3 bietet eine höchstmögliche Fahrzeugbeschleunigung auf optimalem Reibwert. Analog zur Formel 1 wird ein definierter Schlupf der Antriebsräder über die Kupplung eingeregelt. Dabei werden alle notwendigen Informationen, wie zum Beispiel Schlupf durch die Differenzgeschwindigkeit zwischen Vorder- und Hinterrädern, Motormoment, Kupplungsmoment, Kupplungs-

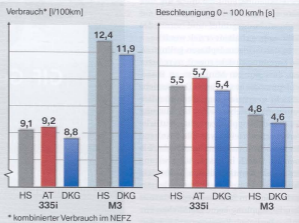


Bild 7: Fahrleistungen und Verbrauch im Vergleich zu anderen Getriebekonzepten



Bild 8: Spannbreite des darstellbaren Fahrverhaltens mit unterschiedlichen Getriebekonzepten

position und Reibwert ausgewertet. Übersteigt nach dem Start die Antriebskraft der Hinterräder aufgrund der überschüssigen Motorleistung eine maximale übertragbare Längskraft, wird die Kupplung in Richtung „öffnen“ gefahren. Unterschreiten nun die Hinterräder eine empirisch ermittelte Differenzgeschwindigkeitsschwelle, wird die Kupplung wieder in Richtung „schließen“ gefahren. Der Motor gibt dabei kontinuierlich seine maximale Nennleistung ab. Dieses Zusammenspiel ermöglicht reproduzierbare Fahrleistungen, die selbst von professionellen Rennfahrern mit Handschaltgetriebe nicht erreicht werden.

5.3 Schlußerkennung

Mit der BMW M spezifischen Schlußerkennung SCC (Stability Clutch Control) bewirkt das Getriebe eine Stabilisierung des Fahrzeuges bei hohem Motorschleppmoment an der Hinterachse (negativer Schlupf). Abhängig von der fahrdynamischen Situation findet ein gesteuertes Öffnen und Schließen der jeweiligen Kupplung statt. Zahlreiche Sensormessgrößen werden in ein Modell eingebracht und über diverse Gewichtungsfaktoren betrachtet. Zusätzlich wird eine Reibwerterkennung des Fahrbahnbelages ausgewertet. Bei Bedarf wird die Kupplung gradientenabhängig geöffnet, die Motordrehzahl knapp unter die Zieldrehzahl des Ganges geregelt und entsprechend der Fahranforderung die Kupplung rampenförmig geschlossen. Damit ist auch bei inaktiver dynamischer Stabilitätskontrolle (Dynamic Stability Control; DSC) die Spurstabilität im Schub durch SCC gewährleistet.

5.4 Bedienkonzept

Auch im Bedienkonzept zeigen sich für den Kunden deutlich sichtbare Unterschiede zwischen den Ausprägungen des Getriebes bei BMW und M. Während im 335i ein R-N-D-basiertes Bedienkonzept wie in den aktuellen Automatikgetrieben umgesetzt ist und somit den bisherigen Automatikkunden eine vertraute Bedienlogik gewährleistet, besitzt der neue M3 das aus den SMG bekannte Joystickkonzept. Bild 9. Über verschiedene Konfigurationen hat der Kunde je nach Fahrzeuganwendung die Möglichkeit, zwischen einer unterschiedlichen Anzahl von Fahrprogrammen auszuwählen, wie dies in der Tabelle deutlich wird. Besondere Anwendung findet diese Flexibilität in der BMW M spezifischen Drivelogic: Um dem Kunden eine individuelle Anpassungsmöglichkeit der Schaltcharakteristik des Getriebes anzubieten, wurde beim M DKG Drivelogic auf das bewährte Bedienkonzept des SMG aufgebaut. Der Fahrer hat durch elf logische Fahrprogramme (sechs im sequentiellen Modus, fünf im automatisierten Modus) die Möglichkeit, die Schaltcharakteristik individuell an seinen Fahrstil

anzupassen. Dementsprechend ist für jeden Fahrstil ein folgerichtiges Fahrprogramm hinterlegt. Im D-Modus bedeutet dies, dass die Spanne von komfortorientierten Programmen bis hin zum Sportprogramm ausgelegt ist. Somit wird etwa im Fahrprogramm D1 auf niedrigen Fahrbahnreibwerten im zweiten Gang angefahren und die Wahl der Schaltpunkte auf spezifisch günstige Motorlastzustände gelegt. Diese Eigenschaft minimiert unter anderem den Kraftstoffverbrauch des M3. Eine andere Ausprägung wird durch Fahrprogramm D5 realisiert. Konsequenz für eine dynamische Fahrweise ausgelegt, wird zum Beispiel beim Rennstreckenbetrieb durch die umfangreiche Sensorik die jeweilige Fahrsituation erkannt und die richtige Gangwahl vorgegeben.



Die dem S-Modus zugrundeliegende Philosophie orientiert sich stark am Handschaltgetriebe. Grundsätzlich steigt die Schaltdynamik, je höher die Drehzahl, die Last und das gewählte Fahrprogramm sind. Die sechs Fahrprogramme sind von komfortabel-dynamisch S1 bis hin zu sportlichen Schaltungen S5 abgestimmt. Als sportlich puristisches Fahrprogramm ist S6 bei inaktiver DSC anwählbar. Übermomente an der Kupplung ermöglichen es, die Fahrdynamik durch einen spürbaren positiven Beschleunigungsschub nochmals zu erhöhen.

Im 335i hat der Fahrer die Wahl zwischen einem komfortorientierten D-Modus und einem dynamikorientierten S-Modus, beide mit folgerichtiger optimaler Gangwahl. Bevorzugt ein Fahrer es, die Gänge selbst festzulegen, wird ihm diese Möglichkeit im M-Modus geboten, den er entweder dauerhaft über den Wählhebel oder zeitweise (kurzzeitmanuell) durch Eingriff über die Lenkradpaddles aus dem D-Modus heraus anwählen kann. Mit Be-



Bild 9: Unterschiedliche Wählhebel im BMW M3 (links) und BMW 335i (rechts)

Tabelle: Ausprägungen des Doppelkupplungsgetriebes beim BMW M3 und BMW 335i

		
Bedienkonzept	Joystick, absolutes Schaltschema	Joystick, relatives Schaltschema
Schalt paddles	Plus-Minus-Paddles	Schaltwippen
Anzahl Fahrprogramme	11	6
Anfahrverhalten	Anfahrassistent	Kriechen
Rennstart	Kupplungsgeregelt	DSC geregelt
Kickdown-Rückschaltungen im manuellen Modus	nein	ja
Zwangshochschaltungen im manuellen Modus	nein	ja
Rackabrisserkennung	ja	nein
Shiftlights	ja	nein

tätigung des zusätzlichen Sporttasters bietet sich dem Fahrer die Möglichkeit, den einzelnen Fahrprogrammen eine sportlichere Note zu verleihen.

Auch im neuen 335i sind im Sportmodus dynamischere Schaltungen hinterlegt als im komfortorientierten D-Modus. Die Spanne der Schaltcharakteristiken ist dabei allerdings, zugeschnitten auf die jeweilige Kundenzielgruppe, nicht ganz so breitgefächert ausgeführt wie beim neuen M3. Die sportlichen Talente des Getriebes und die möglichen Zusatzfunktionalitäten wer-

den auch bei den M-spezifischen „Shift Lights“ (Schaldlichter) deutlich. Die Philosophie der Hochschaltanzeigen aus den Formel 1-Cockpits wurde mit den „Shift Lights“ konsequent umgesetzt. Sie ermöglichen eine optimale Fahrzeugbeschleunigung unter maximaler Ausnutzung der Motorleistung, da der Beschleunigungsverlust durch unbeabsichtigtes Fahren im Drehzahlbegrenzungsbereich verhindert wird. Acht Licht emittierende Dioden (Light-Emitting Diodes; LED) Einheiten, die im oberen Bereich in den Zierring des

Drehzahlmessers eingelassen sind, signalisieren den Hochschaltzeitpunkt. Zuerst begleiten sechs nacheinander gelb aufleuchtende LED-Elemente die Annäherung an die Höchstdrehzahl; spätestens wenn die zwei rot leuchtenden LED-Einheiten folgen, sollte geschaltet werden.

6 Zusammenfassung

Mit dem neuen Doppelkupplungsgetriebe präsentiert BMW effiziente Dynamik. Das Getrag-Getriebe mit den Komforteigenschaften eines heutigen Wandler-Planetenautomatikgetriebes übertrifft diese hinsichtlich Fahrleistung und Verbrauch durch konsequente Optimierung der Getriebeauslegung und -konzipierung. Durch entsprechende Gestaltung der Funktionssoftware kann das gesamte Fahrverhaltensspektrum von dynamisch bis komfortabel dargestellt werden. Unterstützt durch das konfigurierbare Bedienkonzept bietet sich Fahrern des neuen Doppelkupplungsgetriebes die Möglichkeit, in ein und demselben Fahrzeug das gewünschte Fahrverhalten anzuwählen. ■