

Technisches Training. Produktinformation.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.



MINI Service

Allgemeine Hinweise

Verwendete Symbole

In dieser Unterlage wird folgendes Symbol/Darstellung zum besseren Verständnis oder zur Hervorhebung besonders wichtiger Informationen verwendet:



Enthält wichtige Sicherheitshinweise und Informationen, die für eine einwandfreie Systemfunktion notwendig sind und unbedingt beachtet werden müssen.

Aktualität und Länderausführungen

Fahrzeuge der BMW Group werden höchsten Sicherheits- und Qualitätsansprüchen gerecht. Veränderte Anforderungen in Bereichen wie Umweltschutz, Kundennutzen, Design oder Konstruktion führen zu einer ständigen Weiterentwicklung von Systemen oder Komponenten. Daraus können sich Abweichungen zwischen den Inhalten dieser Unterlage und den im Training zur Verfügung stehenden Fahrzeugen ergeben.

Diese Unterlage beschreibt grundsätzlich Linkslenkerfahrzeuge in der Europa-Ausführung. In Fahrzeugen mit Rechtslenkung sind einige Bedienelemente oder Komponenten anders angeordnet als in Grafiken dieser Unterlage gezeigt. Weitere Abweichungen können sich durch markt- oder länderspezifische Ausstattungsvarianten ergeben.

Zusätzliche Informationsquellen

Weitere Informationen zu den einzelnen Themen finden Sie:

- in der Betriebsanleitung
- in der Integrated Service Technical Application.

Kontakt: conceptinfo@bmw.de

©2009 BMW AG, München

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung der BMW AG, München

Die in dieser Unterlage enthaltenen Informationen sind Bestandteil des Technischen Trainings der BMW Group und für dessen Trainer und Teilnehmer bestimmt. Änderungen/Ergänzungen der technischen Daten sind den jeweils aktuellen Informationssystemen der BMW Group zu entnehmen.

Stand der Information: **Mai 2010**

VH-23/Internationales Technisches Training

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

Inhalt.

1. Einleitung.....	5
1.1. Allradantrieb ALL4.....	5
1.2. Fahrwerk.....	5
1.3. Dynamische Stabilitäts-Control DSC.....	6
2. Allradantrieb ALL4.....	7
2.1. Systemübersicht.....	7
2.1.1. Komponentenübersicht.....	7
2.1.2. Systemschaltplan.....	12
2.2. Funktionen.....	13
2.2.1. Verteilte Funktionen.....	15
2.2.2. Traktion steigern.....	17
2.2.3. Untersteuern minimieren.....	22
2.2.4. Übersteuern verhindern.....	23
2.2.5. Allradantrieb und Dynamische Stabilitäts-Control.....	26
2.2.6. Sonderfunktionen.....	26
2.3. Systemkomponenten.....	27
2.3.1. ALL4-Verteilergetriebe.....	27
2.3.2. Gelenkwelle.....	32
2.3.3. ALL4-Kupplung.....	37
2.3.4. Hinterachsgetriebe.....	42
2.4. Servicehinweise.....	46
2.4.1. Bremsenprüfstand.....	46
2.4.2. Abschleppen.....	46
3. Fahrwerk.....	47
3.1. Fahrwerksdaten.....	47
3.1.1. Vergleich R56/R60.....	47
3.1.2. Ausstattungen.....	48
3.2. Achsen.....	48
3.2.1. Vorderachse.....	49
3.2.2. Hinterachse.....	51
3.3. Lenkung.....	53
3.4. Räder/Reifen.....	54
3.5. Bremssystem.....	55
3.5.1. Bremsbelagverschleißsensoren.....	56
3.5.2. Betätigung Feststellbremse.....	58
4. Dynamische Stabilitäts-Control DSC.....	60
4.1. Funktionen.....	60
4.1.1. Verfügbare Modi.....	60

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

Inhalt.

4.1.2.	Funktionsumfang.....	60
4.1.3.	Anhänger-Stabilisierungskontrolle.....	61
4.1.4.	Elektronische Differential Lock Control.....	61
4.2.	Anzeige und Bedienung.....	62
4.2.1.	Neue Symbolik.....	62
4.2.2.	Umschalten zwischen den Modi.....	63
4.2.3.	Anzeige der Modi.....	64

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

1. Einleitung.

In dieser Produktinformation werden folgende Themen des MINI Countryman R60 beschrieben:

- Allradantrieb
- Modifikationen des Fahrwerks (R60 gegenüber R56)
- Änderungen an der dynamischen Stabilitäts-Control DSC.

1.1. Allradantrieb ALL4

Der MINI Countryman R60 ist die erste MINI Baureihe, die mit einem Allradantrieb angeboten wird. Der Modelle MINI Cooper D Countryman und MINI Cooper S Countryman sind sowohl mit Frontantrieb als auch optional mit Allradantrieb verfügbar, der bei MINI "ALL4" genannt wird.

Beim Allradantrieb des MINI Countryman wird abhängig von der Fahrsituation Antriebsmoment nicht nur an die Vorderräder sondern auch an die Hinterräder geleitet. Die Verteilung des Antriebsmoments erfolgt nicht in einem festen Verhältnis sondern wird durch eine intelligente Steuerung kontinuierlich verändert. Dadurch verändern sich die Längskräfte an den Rädern und somit auch die zur Verfügung stehende Seitenführungskraft an den Rädern bzw. an der jeweiligen Achse. Auf diese Weise lässt sich also nicht nur die Traktion sondern auch das Eigenlenkverhalten des Fahrzeugs beeinflussen. Für den Kunden ergeben sich folgende Vorteile.

- **Traktion:** Das Beschleunigungsvermögen auf unterschiedlichem Fahrbahnuntergrund wird verbessert, weil das Antriebsmoment an die Räder verteilt wird, die auf griffigerem Fahrbahnuntergrund stehen.
- **Agilität:** Das leicht untersteuernde Fahrverhalten eines Fahrzeugs mit Frontantrieb wird nicht als agil empfunden. Zur Steigerung der Agilität beeinflusst der Allradantrieb das Fahrverhalten in Richtung neutral bzw. zu leicht übersteuerndem Fahrverhalten.
- **Stabilität:** Noch bevor das Fahrverhalten instabil wird, leitet die Steuerung das Antriebsmoment schwerpunktmäßig an die Räder der Achse, die größere Längskräfte übertragen können.

Damit verbessert der Allradantrieb des MINI Countryman nicht nur die Fahrsicherheit, sondern unterstützt auch das MINI typische, dynamische Fahrverhalten.

1.2. Fahrwerk

Das Konstruktionsprinzip des Fahrwerks im R60 gleicht dem des R56. Obwohl der Schwerpunkt und die Sitzposition im R60 höher als im R56 sind, vermittelt auch das R60 Fahrwerk ein Gokart-ähnliches Fahrerlebnis. Die breite Spur, der lange Radstand sowie die gewählten Achsprinzipien zusammen mit einer direkten Lenkung tragen dazu bei.

Um das Fahrwerk an das neue Fahrzeugkonzept anzupassen wurden folgende Umfänge modifiziert:

- Fahrwerksgeometrie
- Abstimmung von Federn, Stoßdämpfern und Stabilisatoren
- Elektromechanische Servolenkung EPS
- Räder/Reifen.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

1. Einleitung.

Neu im R60 ist auch der Betätigungshebel der Feststellbremse. Seine Form ist an das Interieur des R60, speziell an die Center Rail angepasst.

1.3. Dynamische Stabilitäts-Control DSC

Die dynamische Stabilitäts-Control DSC war zur Markteinführung des R56 noch eine Sonderausstattung. Mittlerweile ist sie für alle MINI Baureihen (R56, R55, R57) sowie auch für den neuen R60 Serienausstattung. Als Sonderausstattung (SA 5DT) kann der Kunde die Funktion "Dynamische Traktions-Control DTC" bestellen. Dabei handelt es sich um eine reine Software-Funktion, die im DSC-Steuergerät integriert ist.

Abhängig vom Markt und vom Modell des R60 kann die Dynamische Traktions-Control auch zur Serienausstattung werden. Die nachfolgende Tabelle zeigt dies zum Zeitpunkt der Dokumentenerstellung für den Markt Deutschland.

Modell	Dynamische Stabilitäts-Control DSC	Dynamische Traktions-Control DTC
MINI One Countryman	Serienausstattung	Sonderausstattung SA 5DT
MINI One D Countryman	Serienausstattung	Sonderausstattung SA 5DT
MINI Cooper Countryman	Serienausstattung	Sonderausstattung SA 5DT
MINI Cooper D Countryman	Serienausstattung	Sonderausstattung SA 5DT
MINI Cooper D Countryman ALL4	Serienausstattung	Serienausstattung
MINI Cooper S Countryman	Serienausstattung	Serienausstattung
MINI Cooper S Countryman ALL4	Serienausstattung	Serienausstattung

Neu im R60 ist die Symbolik, die in den Anzeige- und Bedienelementen zur dynamischen Stabilitäts-Control verwendet wird. Diese neue Symbolik setzt mit der Markteinführung des R60 ein und wird schrittweise auch in die anderen MINI Baureihen einfließen.



Neue DSC-Symbolik für alle MINI Baureihen

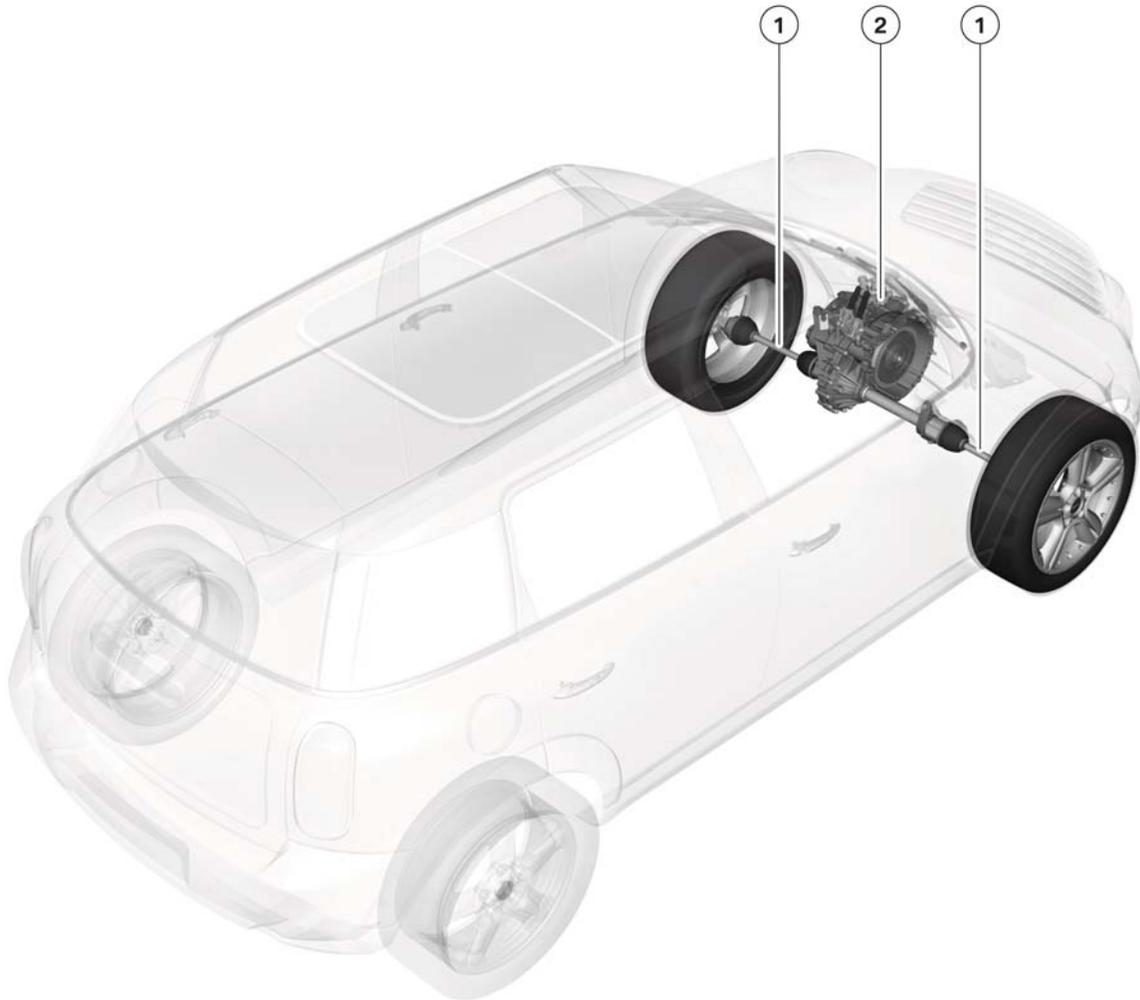
R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

2.1. Systemübersicht

2.1.1. Komponentenübersicht

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die mechanischen Komponenten des Antriebsstrangs im Vergleich zwischen einem Fahrzeug ohne und einem mit Allradantrieb.



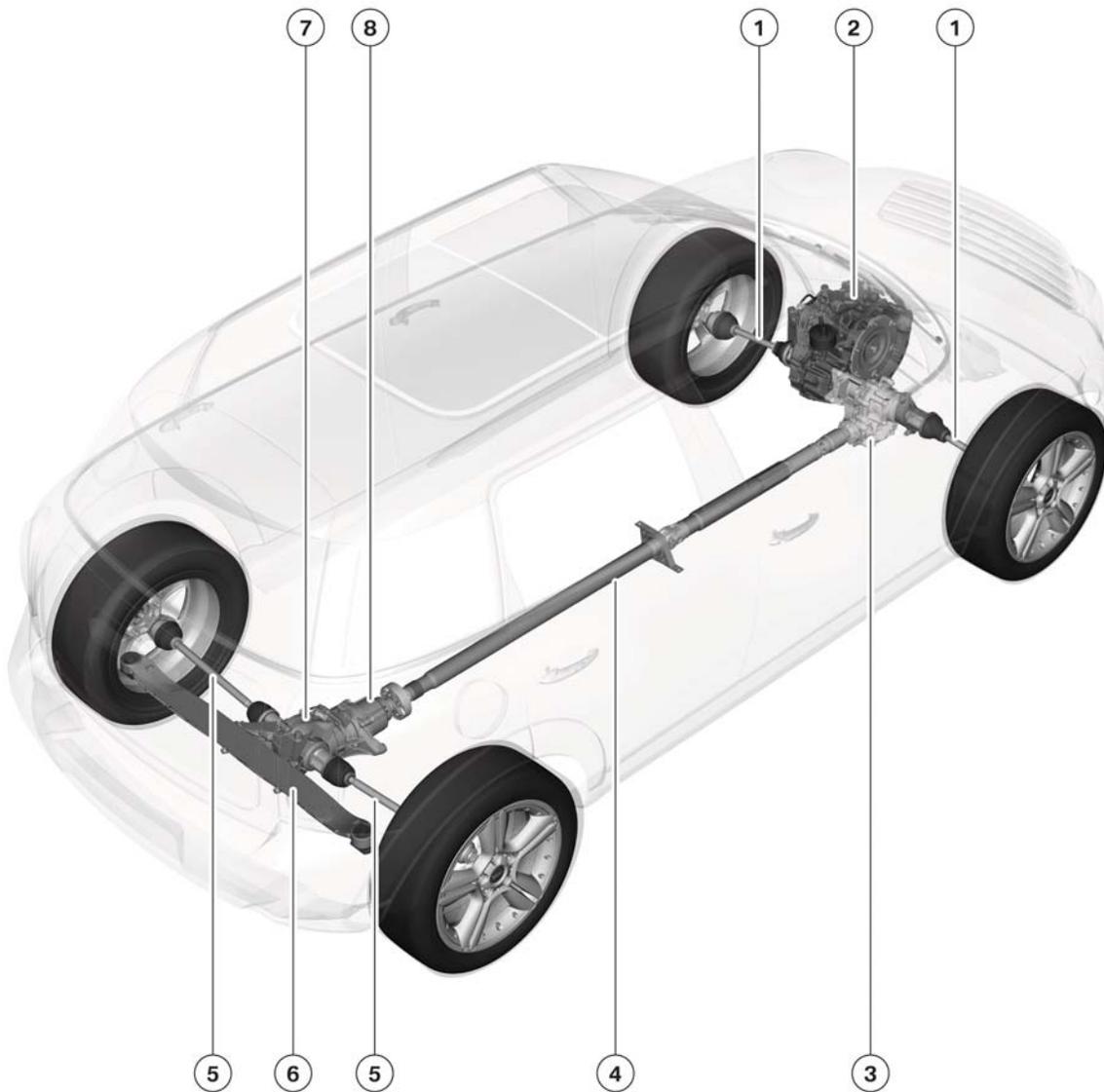
TA10-0572

Übersicht Antriebsstrang Frontantrieb

Index	Erklärung
1	Abtriebswellen vorn
2	Schaltgetriebe bzw. Automatikgetriebe

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.



TA10-0574

Übersicht Antriebsstrang Allradantrieb

Index	Erklärung
1	Abtriebswellen vorn
2	Schaltgetriebe bzw. Automatikgetriebe
3	ALL4-Verteilergetriebe
4	Gelenkwelle
5	Abtriebswellen hinten
6	Querträger für Hinterachsgetriebe
7	Hinterachsgetriebe
8	ALL4-Kupplung

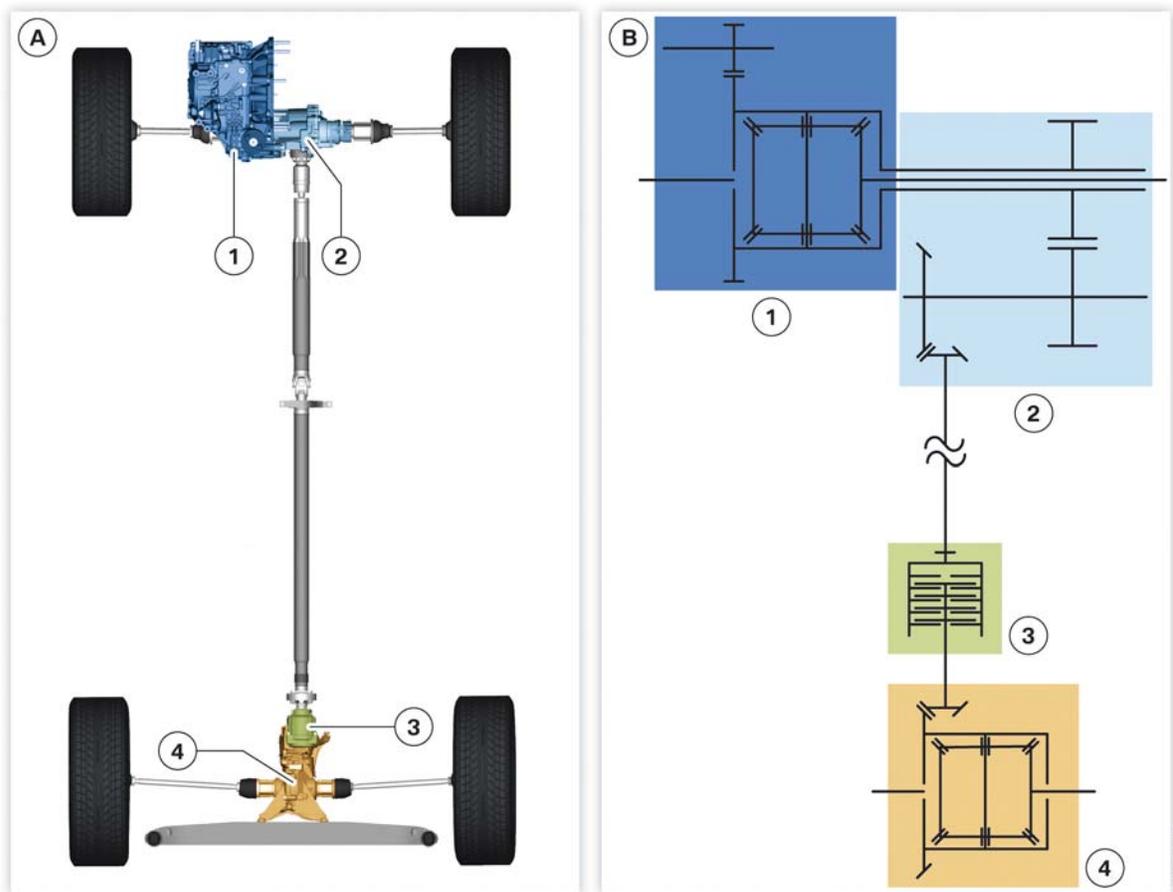
R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Ein Fahrzeug mit Allradantrieb ALL4 weist im Vergleich zu einem Fahrzeug mit Frontantrieb folgende zusätzliche Antriebsstrangkomponenten auf:

- ALL4-Verteilergetriebe
- Gelenkwelle
- ALL4-Kupplung
- Hinterachsgetriebe
- Abtriebswellen hinten.

Mit Hilfe des ALL4-Verteilergetriebes wird die Drehzahl am Ausgang des Schaltgetriebes auf die Gelenkwelle in Richtung Hinterachse übertragen. Diese Drehzahl wird am Korb des Vorderachsdifferenzials abgegriffen. Da das ALL4-Verteilergetriebe ein passives Bauelement ohne Steuerung ist, rotiert die Gelenkwelle in allen Fahrzuständen mit. Eine kraftschlüssige Verbindung zu den Hinterrädern wird durch die steuerbare ALL4-Kupplung ermöglicht. Sie wird je nach gefordertem Antriebsmoment an der Hinterachse elektrisch und stufenlos angesteuert. Das Hinterachsgetriebe mit integriertem Differenzial sorgt für den Drehzahlausgleich zwischen den beiden Hinterrädern und verteilt das Antriebsmoment zu gleichen Teilen auf die Hinterräder.



Antriebsstrang Allradantrieb mit Skelettdarstellung

TA10-0641

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

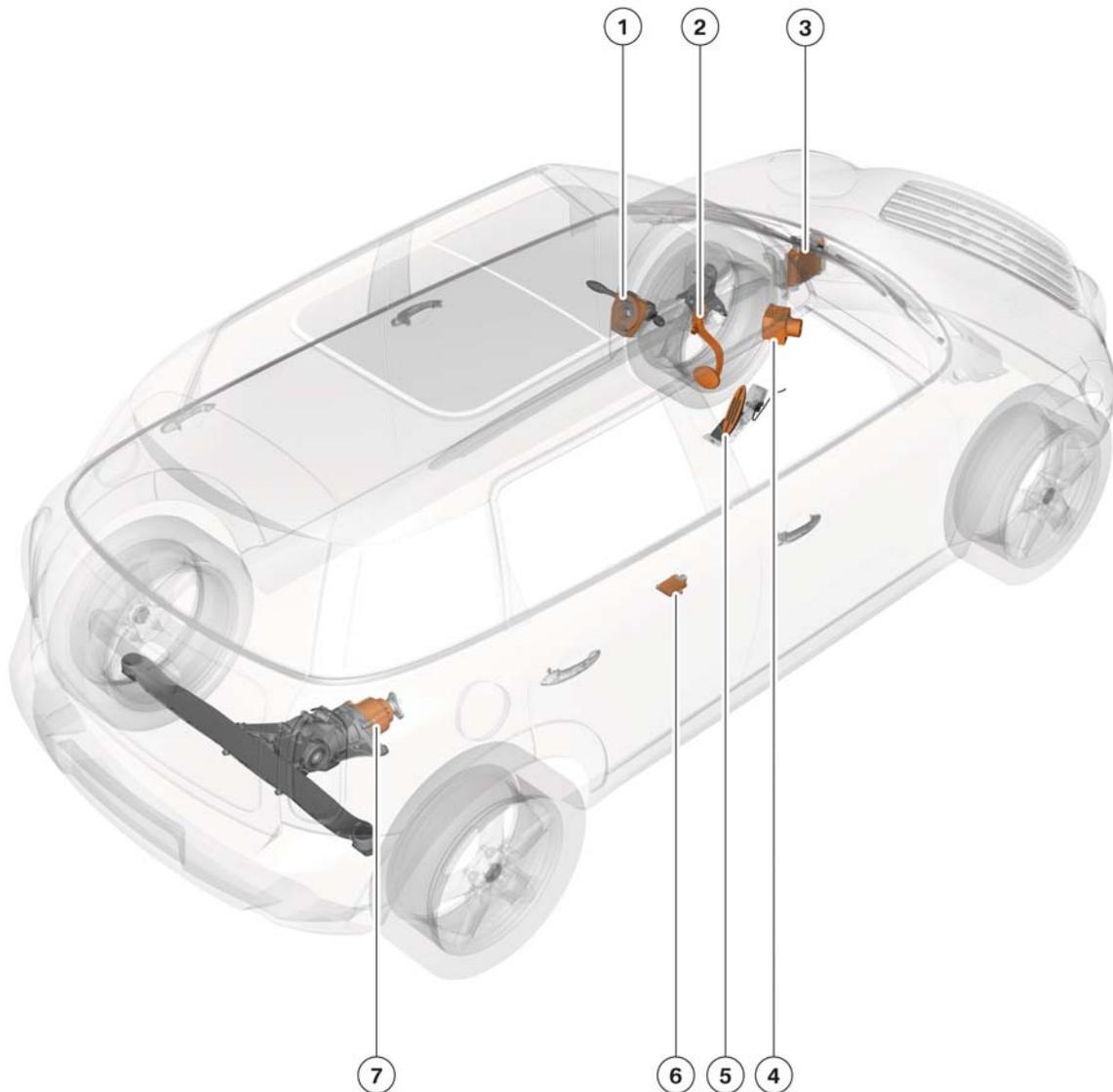
2. Allradantrieb ALL4.

Index	Erklärung
A	Antriebsstrang in Draufsicht
B	Skelettdarstellung des Antriebsstrangs
1	Vorderachsgetriebe (im Schaltgetriebe bzw. Automatikgetriebe integriert)
2	ALL4-Verteilergetriebe
3	ALL4-Kupplung
4	Hinterachsgetriebe

Neben den mechanischen Komponenten gehören aber auch eine Reihe elektrischer und elektronischer Komponenten zum Allradsystem ALL4. Eine wichtige Rolle nimmt dabei das DSC-Steuergerät ein, das sowohl die Software für die Allradsteuerung als auch die Endstufe zur Ansteuerung der ALL4-Kupplung enthält. Die nachfolgende Grafik gibt einen Überblick über die elektrischen Komponenten und ihre Einbauorte.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.



TA10-0575

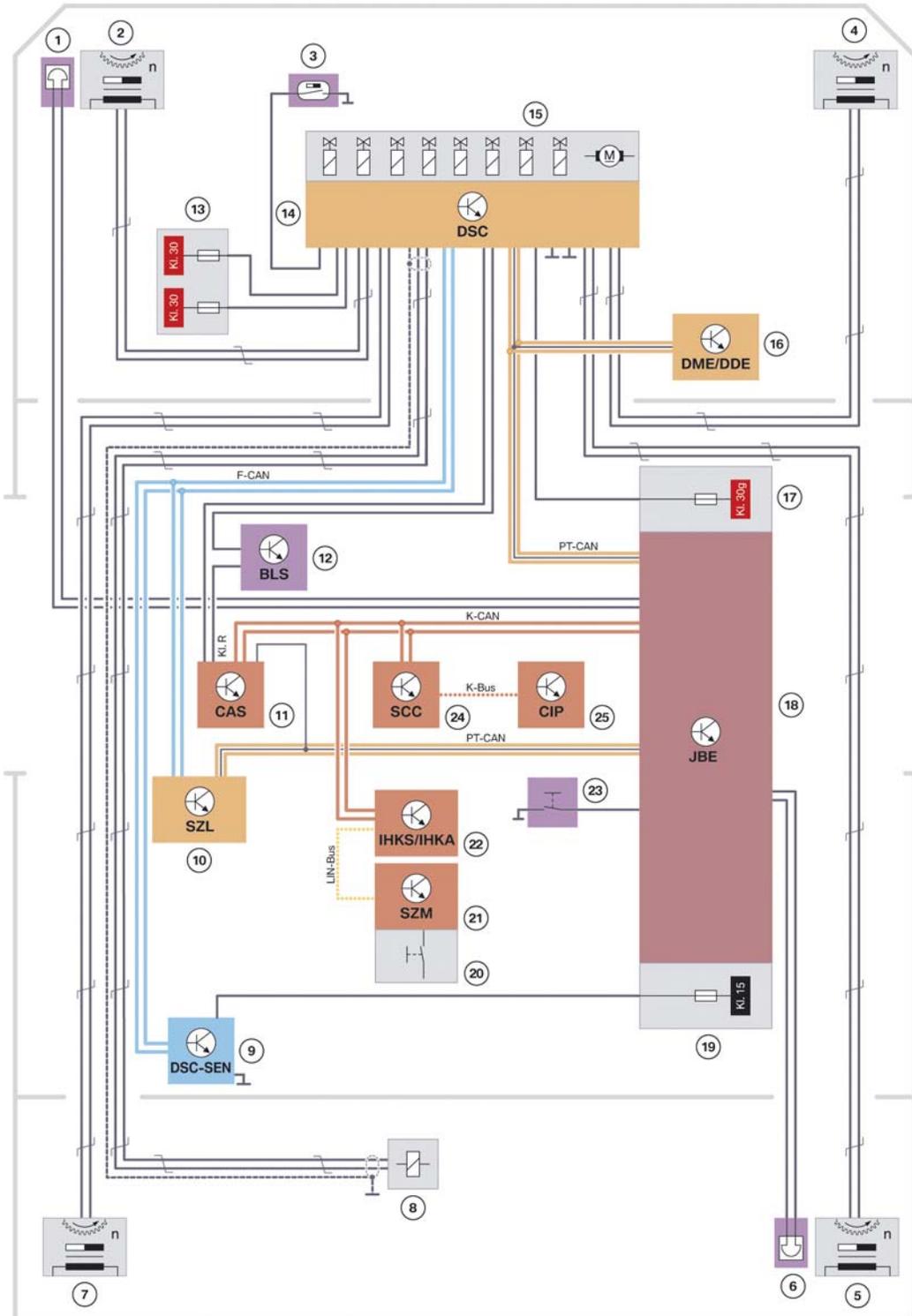
Übersicht elektrischer und elektronischer Komponenten des Allradsystems ALL4

Index	Erklärung
1	Schaltzentrum Lenksäule mit Lenkwinkelsensor
2	Bremspedal mit Bremslichtschalter
3	Motorsteuerung (Digitale Motor Elektronik bzw. Digitale Diesel Elektronik)
4	Dynamische Stabilitäts-Control
5	Fahrpedal mit Fahrpedalwinkelsensor
6	DSC-Sensor
7	Elektromagnet in der ALL4-Kupplung

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

2.1.2. Systemschaltplan



TF10-0488

Systemschaltplan Allradsystem und Dynamische Stabilitäts-Control

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Index	Erklärung
1	Bremsbelagverschleißsensor vorn links
2	Raddrehzahlsensor vorn links
3	Bremsflüssigkeitsniveauschalter
4	Raddrehzahlsensor vorn rechts
5	Raddrehzahlsensor hinten rechts
6	Bremsbelagverschleißsensor hinten rechts
7	Raddrehzahlsensor hinten links
8	Elektromagnet in der ALL4-Kupplung
9	DSC-Sensor
10	Schaltzentrum Lenksäule
11	Car Access System
12	Bremslichtschalter
13	Sicherungen für DSC-Ventile und DSC-Pumpenmotor (Stromverteiler Motorraum)
14	Dynamische Stabilitäts-Control Steuergerät
15	Dynamische Stabilitäts-Control Hydraulikeinheit
16	Digitale Motor Elektronik bzw. Digitale Diesel Elektronik
17	Sicherung für DSC-Steuergerät (Sicherungsträger in der Junction Box)
18	Junction Box-Elektronik
19	Sicherung für DSC-Sensor (Sicherungsträger in der Junction Box)
20	DSC-Taster
21	Schaltzentrum Mittelkonsole
22	Integrierte Heiz-Klima-Steuerung bzw. Integrierte Heiz-Klima-Automatik
23	Feststellbrems-Warnschalter
24	Steering Column Cluster, Hauptinstrument mit Drehzahlanzeige
25	Central Instrument Panel, Zusatzinstrument mit Geschwindigkeitsanzeige

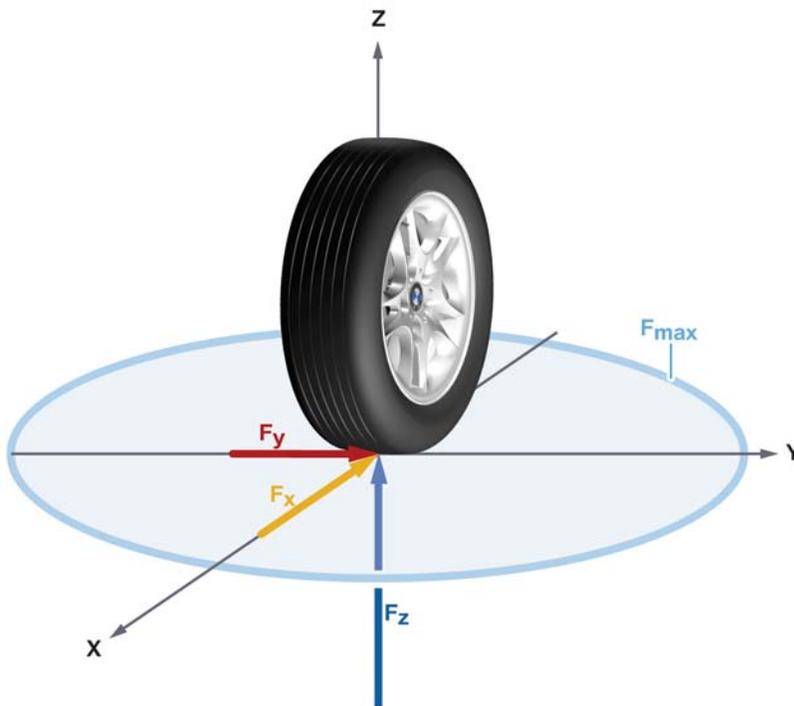
Der Systemschaltplan für das Allradsystem und die Dynamische Stabilitäts-Control sind identisch, weshalb dieser nur einmal an dieser Stelle der Produktinformation abgebildet ist. Der DSC-Sensor wurde im Systemschaltplan aus Übersichtlichkeitsgründen an einer Position gezeichnet, die nicht dem realen Einbauort entspricht. Im Fahrzeug ist der DSC-Sensor unter dem Beifahrersitz verbaut.

2.2. Funktionen

Der Allradantrieb für den MINI Countryman ist ein intelligentes, mechatronisches System. Anstatt einer fest vorgegebenen Verteilung des Antriebsmoments zwischen Vorderachse und Hinterachse, ermöglicht das ALL4-System eine stufenlose Verteilung abhängig vom Fahrerwunsch und vom fahrdynamischen Zustand.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.



TF10-0968

Kräfte am Reifen

Index	Erklärung
X	Längsrichtung
Y	Querrichtung
Z	Vertikale Richtung
F_{max}	Maximal übertragbare Kraft
F_x	Kraft in Längsrichtung (Antriebskraft/Bremskraft)
F_y	Kraft in Querrichtung (Seitenführungskraft/Fliehkraft)
F_z	Kraft in vertikaler Richtung (Aufstandskraft/Gewichtskraft)

Gemäß der Definition des Kamm'schen Kreises ist bei gegebener Radaufstandskraft F_z und gegebenem Reibwert μ zwischen Fahrbahn und Reifen die maximal übertragbare Kraft F_{max} des Reifens begrenzt. Dabei sind sowohl Größe als auch Richtung der einzelnen Kräfte (F_x und F_y) zu berücksichtigen, um die resultierende Kraft am Reifen zu bestimmen. Nur, wenn die resultierende Kraft innerhalb des Kamm'schen Kreises liegt, kann sie auf die Fahrbahn übertragen werden und das Fahrzeug bewegt sich stabil. Diese Gesetzmäßigkeit wird von der intelligenten Allradsteuerung im MINI Countryman berücksichtigt. Damit können die übertragbaren Kräfte an jedem Rad optimal ausgeschöpft und an die jeweilige Fahrsituation angepasst werden.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

2.2.1. Verteilte Funktionen

Das Allradsystem im R60 wird von der Dynamischen Stabilitäts-Control zentral gesteuert. Das DSC-Steuergerät berücksichtigt bei der Steuerung den Fahrerwunsch und den fahrdynamischen Zustand des Fahrzeugs. Die konkret verwendeten Eingangssignale hierfür sind:

- Fahrpedalwinkel
- Istwert des Motordrehmoments
- Eingelegter Gang
- Lenkradwinkel
- Raddrehzahlen und Fahrgeschwindigkeit
- Längsbeschleunigung, Querschleunigung und Gierrate.

Über die Betätigung des Fahrpedals um einen bestimmten Winkel signalisiert der Fahrer seinen Wunsch in Bezug auf die Längsdynamik. Daraus resultiert das vom Verbrennungsmotor erzeugte Drehmoment, das durch das Schaltgetriebe bzw. Automatikgetriebe und das Achsgetriebe übersetzt wird und zum Antreiben der Räder zur Verfügung steht. In Fahrzeugen mit Schaltgetriebe kann der eingelegte Gang und damit das Übersetzungsverhältnis aus der Motordrehzahl und der Fahrgeschwindigkeit berechnet werden. Dagegen liefert die Elektronische Getriebesteuerung in Fahrzeugen mit Automatikgetriebe diese Information direkt in Form eines Bus-Signals. Der Lenkradwinkel ist ein Maß für den Fahrerwunsch hinsichtlich Querdynamik. Das Schaltzentrum Lenksäule liest dieses Signal vom Lenkwinkelsensor ein und stellt es als Bus-Signal zur Verfügung. Mit Hilfe dieser Signale ermittelt das DSC-Steuergerät den Fahrerwunsch.

Der fahrdynamische Zustand wird im DSC-Steuergerät bereits für die Stabilitätsregelung berechnet. Die Signale der Raddrehzahlsensoren liest das DSC-Steuergerät hierzu direkt ein und berechnet daraus sowohl die Fahrgeschwindigkeit als auch den Radius der gefahrenen Kurve. Besonders wenn Schlupf an den Rädern auftritt sind zusätzliche Signale notwendig. Das DSC-Steuergerät liest deshalb Signale vom DSC-Sensor über den Fahrwerk-CAN ein. Mit Hilfe der Querschleunigung und der Gierrate bestimmt das DSC-Steuergerät die Daten der tatsächlich gefahrenen Kurve. Ein Vergleich mit den Größen berechnet aus den Raddrehzahlen und dem Lenkwinkelsensor liefert eine Information über die Stabilität des Fahrzustandes bzw. ob neutrales Fahrverhalten, Untersteuern oder Übersteuern vorliegt.

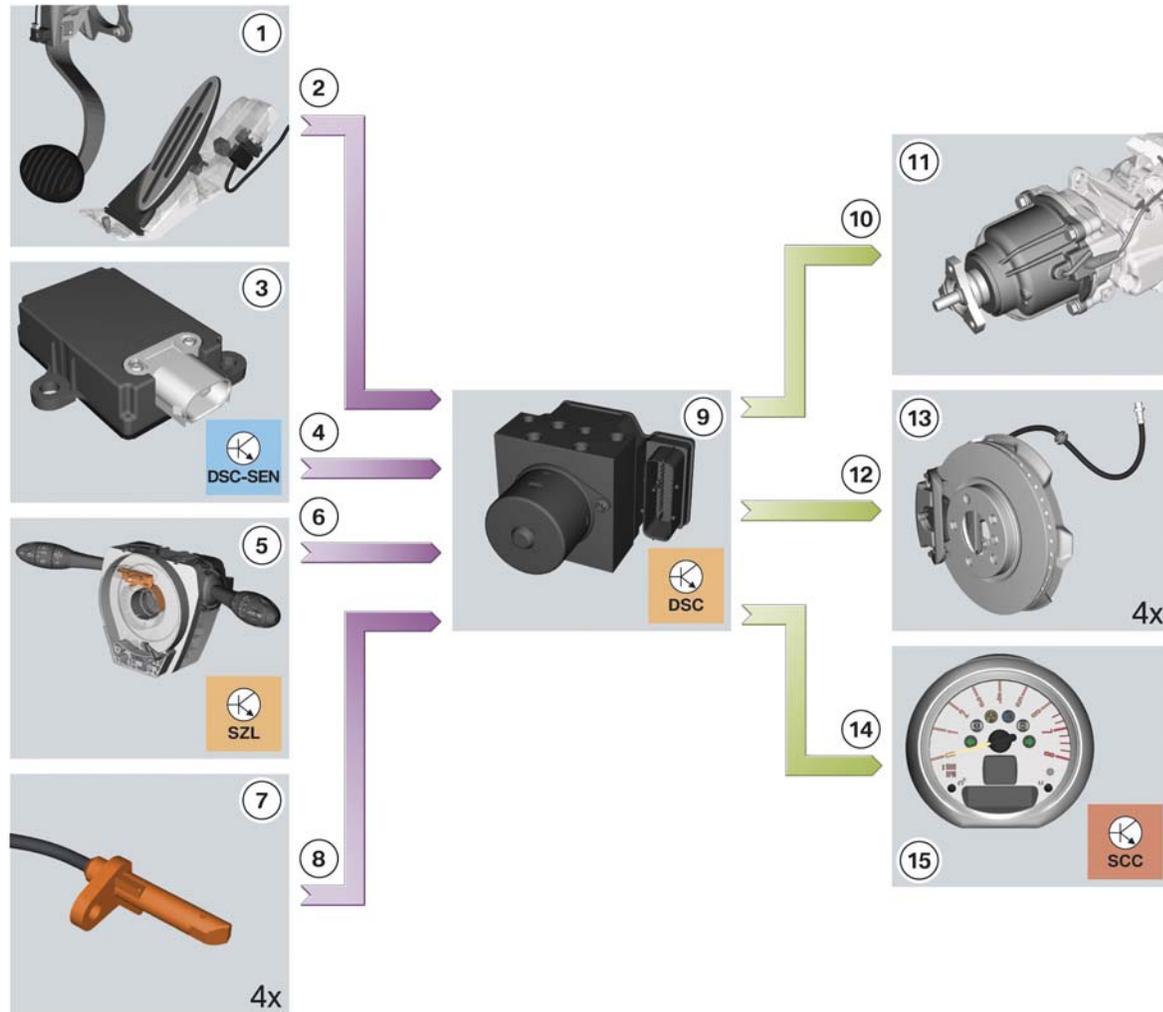
Das entscheidende Ausgangssignal der Allradsteuerung ist das Drehmoment, das vom Antriebsstrang an die Hinterachse geleitet werden soll. Dazu muss das DSC-Steuergerät die ALL4-Kupplung in dem Maß schließen, wie viel Drehmoment an die Hinterachse übertragen werden soll. Die ALL4-Kupplung enthält einen Elektromagneten als Aktor, der mit dem DSC-Steuergerät elektrisch direkt verbunden ist. Die im DSC-Steuergerät integrierten Endstufen erzeugen also einen Strom zur Ansteuerung des Elektromagneten in der ALL4-Kupplung. Je größer der Ansteuerstrom ist, desto größer ist das zur Hinterachse übertragbare Drehmoment. Die Ansteuerung erfolgt dabei nicht in groben Stufen sondern stufenlos.

Sollte der fahrdynamische Zustand so instabil werden, dass dies durch die Allradsteuerung nicht kompensiert werden kann, greift selbstverständlich die bekannte Stabilitätsregelung des DSC ein. In diesem Fall erzeugt die DSC-Steuergeräte- und Hydraulikeinheit aktiv und radindividuell einen Bremsdruck. Dadurch entsteht am jeweiligen Rad eine Längskraft, mit dessen Hilfe ein Drehmoment um die Hochachse des Fahrzeugs erzeugt wird. Dies wiederum beeinflusst das Kurvenverhalten und kann z. B. ein gerade vorliegendes Übersteuern korrigieren.

Die nachfolgende Abbildung fasst die wichtigsten Eingangssignale und Ausgangssignale zusammen.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.



TA10-0649

Input/Output Allradsteuerung

Index	Erklärung
1	Fahrpedal, Bremspedal bzw. Bremslichtschalter
2	Fahrpedalwinkel, Information ob Bremspedal betätigt ist
3	DSC-Sensor
4	Längsbeschleunigung, Querbeschleunigung, Gierrate
5	Schaltzentrum Lenkradwinkel
6	Lenkradwinkel
7	4 Raddrehzahlsensoren
8	4 Raddrehzahlsignale
9	Dynamische Stabilitäts-Control
10	Ansteuerstrom (pulsweitenmoduliertes Signal)

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Index	Erklärung
11	ALL4-Kupplung
12	Radindividuelle Bremsenansteuerung (4 Bremsdrücke)
13	4 Radbremsen
14	Information über Regelaktivität und Check-Control-Meldungen
15	Steering Column Cluster bzw. Instrumentenkombination

2.2.2. Traktion steigern

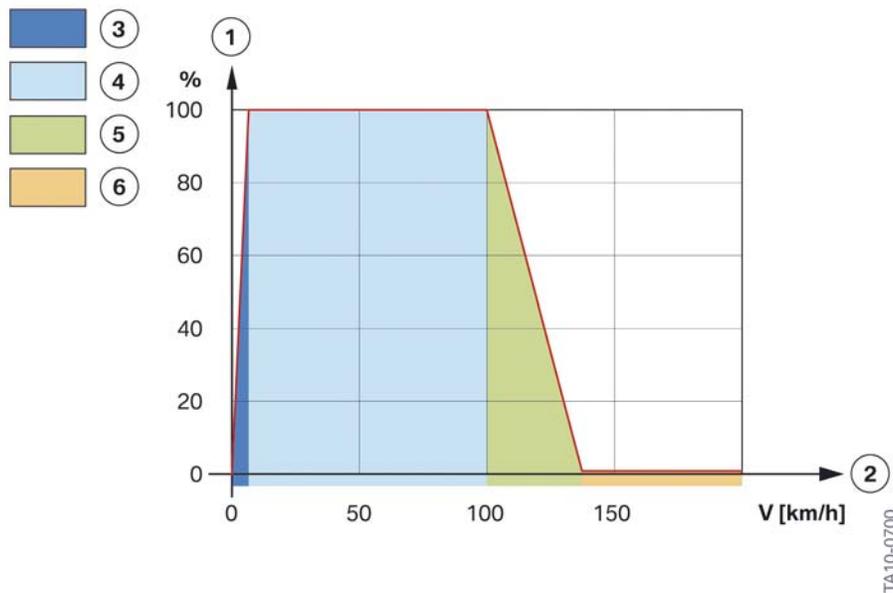
Konstantfahrt

Der Allradantrieb im R60 hat das Hauptziel, die Traktion gegenüber einem frontgetriebenen Fahrzeug deutlich zu steigern. Traktion bedeutet ja, das Antriebsmoment des Motors in Vortrieb, also eine Längskraft am Fahrzeug umzusetzen. Da jedes Rad nur eine begrenzte Kraftübertragungsfähigkeit hat, kann die Traktion gesteigert werden, indem die Antriebskraft nicht nur über die Vorderräder sondern auch über die Hinterräder übertragen wird. Deshalb wird bereits bei konstanter Fahrgeschwindigkeit und Geradeausfahrt ein Teil des Antriebsmoment an die Hinterachse geleitet. Technisch wird dies als "Vorsteuerung" bezeichnet, d. h. die Hinterräder werden mit angetrieben und zwar bereits bevor ein unterschiedlicher Reibwert oder Schlupf an den Rädern erkannt wird. Damit wird das Verhalten eines permanenten Allradantriebs nachgebildet, was folgenden Vorteil bietet: Wenn sich die Reibwertverhältnisse schnell oder sprunghaft ändern, muss dies nicht erst erkannt und darauf reagiert werden. Stattdessen sind die Räder an Vorderachse und Hinterachse bereits am Antrieb beteiligt, und übertragen permanent Antriebskräfte. Kann an einer Achse plötzlich nur mehr eine geringere Kraft übertragen werden, sind die Räder der anderen Achse weiter aktiv. Das Fahrzeug verliert dadurch kaum an Geschwindigkeit oder Beschleunigung.

Ein permanenter Allradantrieb weist aber auch Nachteile auf: Beim Rangieren kann es zu Verspannungen des Antriebsstrangs kommen. Bei hoher Fahrgeschwindigkeit hingegen sind die mechanischen Verluste und damit die Bauteilbelastung recht hoch. Deshalb reduziert die Allradsteuerung das Drehmoment, das an die Hinterachse geleitet wird. Bei sehr niedriger Fahrgeschwindigkeit und gleichzeitig geringer Fahrpedalbetätigung wird also die ALL4-Kupplung ebenso geöffnet wie bei sehr hoher Fahrgeschwindigkeit.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.



Ansteuerung der ALL4-Kupplung

Index	Erklärung
1	Prozentsatz der Ansteuerung der ALL4-Kupplung
2	Fahrgeschwindigkeit
3	Geringe Ansteuerung der ALL4-Kupplung bei niedriger Fahrgeschwindigkeit, um Verspannungen im Antriebsstrang zu vermeiden
4	Volle Ansteuerung der ALL4-Kupplung bei mittlerer Fahrgeschwindigkeit um die Traktionsvorteile voll zu nutzen
5	Rücknahme der Ansteuerung bei höher werdender Fahrgeschwindigkeit, um Bauteilbelastung und Verluste zu minimieren
6	ALL4-Kupplung nicht angesteuert bei sehr hoher Fahrgeschwindigkeit, um Bauteilbelastung zu reduzieren und Verluste zu minimieren

Durch die geschwindigkeitsabhängige Vorsteuerung bietet ein MINI Countryman mit Allradantrieb in einem großen Bereich von Fahrsituationen den Traktionsvorteil eines permanenten Allradantriebs, ohne dass die Nachteile dieses Prinzips in Kauf genommen werden müssen.

Anfahren auf gleichen Reibwerten

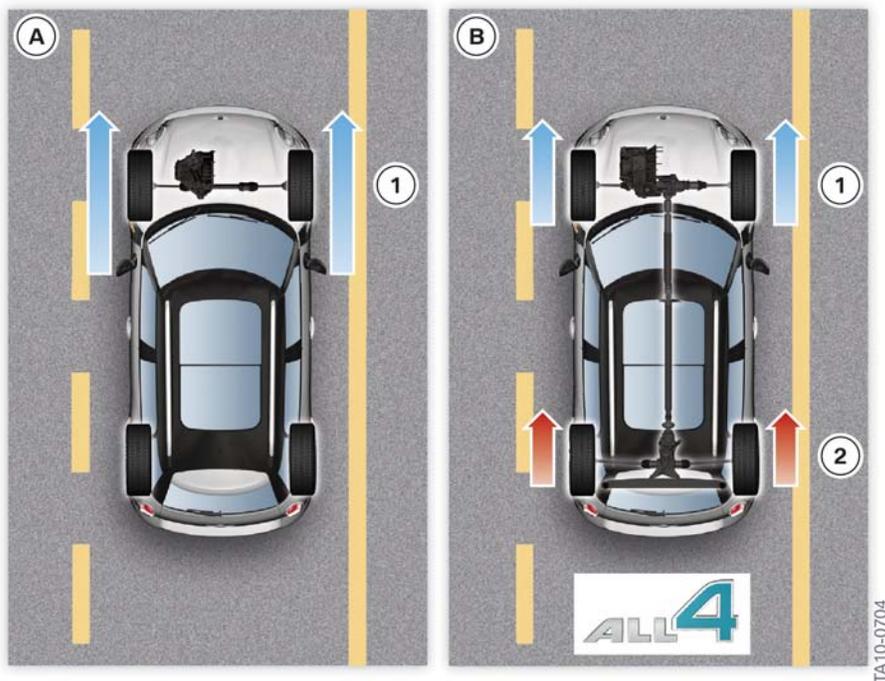
Stehen die Vorderräder und Hinterräder auf gleichem Fahrbahnuntergrund und weisen die Reifen die gleichen Hafteigenschaften auf, ergibt sich an jedem Rad der gleiche Reibwert zwischen Reifen und Fahrbahn. Bei gleicher Radaufstandskraft ist damit die übertragbare Kraft an jedem Rad gleich groß. Beim MINI Countryman ist die Achslastverteilung nicht exakt 50% zu 50% sondern ungefähr 58% an der Vorderachse und 42% an der Hinterachse. Die exakten Werte hängen natürlich vom Modell und von der Beladung ab. Ferner ändert sich die Verteilung zugunsten der Hinterachse beim Beschleunigen durch die Nickbewegung des Fahrzeugs. Abhängig von diesen Einflussgrößen sind also nicht nur die Vorderräder sondern auch die Hinterräder in der Lage, einen bestimmten Anteil der Antriebskraft zu übertragen.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Durch die drehmomentstarken Motoren im MINI Countryman kann es beim dynamischen Anfahren in einem frontgetriebenen Fahrzeug selbst auf trockener Straße zum Durchdrehen der Vorderräder kommen. An einem durchdrehenden Rad kann praktisch keine Kraft auf die Straße übertragen werden, weshalb die Automatische Stabilitäts-Control plus Traktion eingreift. Sie stellt durch Reduzierung des Motormoments und Bremseneingriff an einem durchdrehenden Rad zwar sicher, dass der Anfahrvorgang letztlich stabil vonstatten geht. Allerdings wird das volle Antriebsmoment nicht ausgenutzt, weil die daraus resultierende Antriebskraft an den beiden Vorderrädern ihre Kraftschlussgrenze überschreitet.

Anders bei einem MINI Countryman mit Allradantrieb: Hier erkennt die Allradsteuerung anhand des großen Fahrpedalwinkels, dass der Fahrer dynamisch anfahren möchte. Die Allradsteuerung wird dementsprechend die ALL4-Kupplung vollständig schließen, um auch die Hinterräder zum Vortrieb zu nutzen. Das Antriebsmoment verteilt sich also entsprechend der Achslastverteilung auf alle vier Räder. Pro Rad wirkt dann eine kleinere Längskraft, so dass die Kraftschlussgrenze auf trockener Straße meist nicht überschritten wird. Also sind keine ASC+T Eingriffe notwendig und das gesamte Antriebsmoment kann zum Vortrieb genutzt werden. Die Folge: ein MINI Countryman mit Allradantrieb beschleunigt aus dem Stand heraus schneller als ein Fahrzeug mit Frontantrieb!



Anfahren auf gleichen Reibwerten

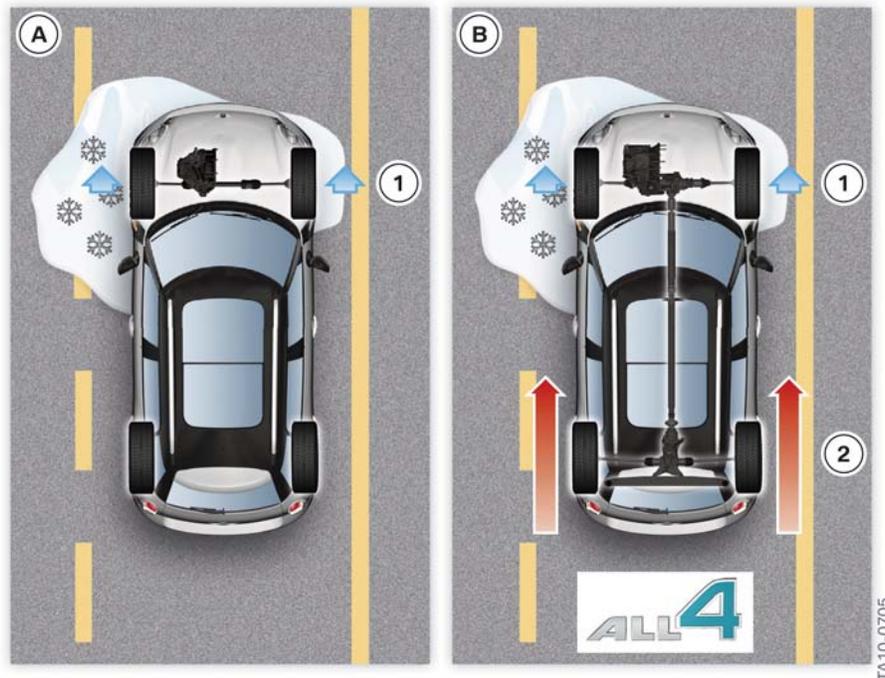
Index	Erklärung
A	MINI Countryman mit Frontantrieb
B	MINI Countryman mit Allradantrieb
1	Antriebskräfte an den Vorderrädern
2	Antriebskräfte an den Hinterrädern

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Anfahren auf unterschiedlichen Reibwerten

Stehen die Vorderräder eines MINI mit Frontantrieb auf einem Fahrbahnuntergrund mit niedrigem Reibwert (z. B. auf Schnee), so sind die übertragbaren Antriebskräfte sehr gering. Permanente ASC+T Regeleingriffe sind nötig, um überhaupt losfahren zu können. Allerdings erfolgt das Losfahren nur sehr langsam, denn auch ASC+T kann den physikalisch vorgegebenen Reibwert nicht erhöhen.



Anfahren mit Vorderrädern auf Schnee

Index	Erklärung
A	MINI Countryman mit Frontantrieb
B	MINI Countryman mit Allradantrieb
1	Kleine Antriebskräfte an den Vorderrädern (wegen niedrigem Reibwert)
2	Große Antriebskräfte an den Hinterrädern (wegen hohem Reibwert)

Ein MINI Countryman mit Allradantrieb kommt hier deutlich dynamischer in Fahrt. Im ersten Moment durchdrehende Vorderräder signalisieren der Allradsteuerung im DSC-Steuergerät, dass die Vorderräder nur geringe Kräfte übertragen können. Die ALL4-Kupplung wird deshalb sofort vollständig geschlossen. Damit wird der größtmögliche Teil des Antriebsmoments an die Hinterräder übertragen, die in der dargestellten Anfahrtsituation auf trockenerer Fahrbahn stehen. In dieser Situation verteilt sich das Antriebsmoment nicht gemäß der Achslastverteilung. Da die Vorderräder nur ein sehr geringes Drehmoment an der Fahrbahn abstützen können, liegt der weit größere Anteil des Antriebsmoments an den Hinterrädern an. Werte von z. B. 10% an der Vorderachse und 90% an der Hinterachse sind hier durchaus realistisch. Als Konsequenz erfolgt das Anfahren des MINI Countryman auf Schnee hier ähnlich dynamisch wie das eines frontgetriebenen MINI auf trockenerer Straße.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Überfährt man schließlich mit den Hinterrädern die schneebedeckte Fläche, kann an den Hinterrädern nahezu kein Antriebsmoment mehr abgestützt werden. Die ALL4-Kupplung bleibt zwar weiterhin geschlossen, weshalb die Raddrehzahlen vorn und hinten gleich sind. Antriebsmoment wird bei diesen Reibwertverhältnissen jedoch nur über die Vorderräder auf die dort trockene Straße übertragen.

Befinden sich Vorderräder und Hinterräder wieder auf trockener Straße, verteilt sich das Antriebsmoment abhängig von der Ansteuerung der ALL4-Kupplung und der Achslastverteilung wieder auf Vorderräder und Hinterräder.



Fahren auf wechselnden Reibwerten

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Index	Erklärung
1	Vorderräder auf Schnee, Hinterräder auf trockener Straße: ALL4-Kupplung vollständig geschlossen, Vorderräder übertragen sehr kleine Antriebskraft, Hinterräder übertragen den größten Teil der Antriebskraft
2	Vorderräder auf trockener Straße, Hinterräder auf Schnee: ALL4-Kupplung bleibt angesteuert, Vorderräder übertragen 100% der Antriebskraft, Hinterräder übertragen keine Antriebskraft
3	Vorderräder und Hinterräder auf trockener Straße, ALL4-Kupplung teilweise geschlossen (abhängig von Fahrgeschwindigkeit und Fahrpedalwinkel), Verteilung des Antriebsmoments abhängig von der Kupplungsansteuerung und der Achslastverteilung

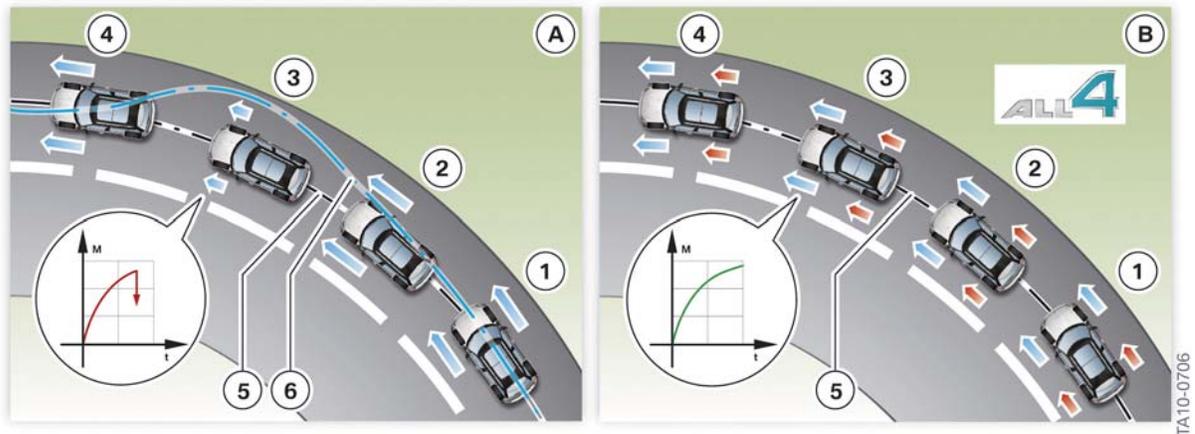
2.2.3. Untersteuern minimieren

Beim Untersteuern sind die Vorderräder nicht mehr in der Lage, die aus Längskraft und Querkraft resultierende Gesamtkraft auf die Fahrbahn zu übertragen. Zu schnelles Einfahren in eine Kurve ist eine mögliche Ursache dafür, aber auch speziell bei Fahrzeugen mit Frontantrieb gibt es eine weitere Ursache: Beschleunigt der Fahrer in der Kurve, nimmt die Längskraft an den Vorderrädern zu und die Kraftschlussgrenze kann dadurch überschritten werden. Um die Fahrstabilität zu gewährleisten, greift die Automatische Stabilitäts-Control ein und reduziert das Motordrehmoment. Damit wird die Längskraft wieder reduziert und die zur Kurvenfahrt benötigte Querkraft kann wieder auf die Fahrbahn übertragen werden. Natürlich bewirkt dieser Eingriff eine Erhöhung der Fahrsicherheit, aber die vom Fahrer gefühlte Dynamik leidet etwas.

Auch in dieser Situation ist ein MINI Countryman mit Allradantrieb klar im Vorteil. Schon bei Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit geradeaus wird ein Teil des Antriebsmoments über die Hinterräder auf die Fahrbahn übertragen. Das DSC-Steuergerät bestromt den Elektromagnet dann zunächst so, dass die ALL4-Kupplung teilweise geschlossen ist. Bei schneller Kurvenfahrt wird bei erkannter Tendenz zum Untersteuern der größtmögliche Teil des Antriebsmoments zur Hinterachse geleitet. Dazu wird der Elektromagnet maximal bestromt und die ALL4-Kupplung vollständig geschlossen. Als Konsequenz übertragen jetzt die Vorderräder und die Hinterräder Längskräfte. Die Vorderräder müssen also im Vergleich zu einem frontgetriebenen Fahrzeug geringere Längskräfte übertragen. Damit steht eine größere Reserve bis zum Erreichen der Kraftschlussgrenze zur Verfügung. Diese Reserve kann für eine Erhöhung der Querkraft genutzt werden, wenn der Fahrer den Kurvenradius verringern will. Die größere Reserve kann aber auch zur Erhöhung der Längskraft genutzt werden und ermöglicht es dem Fahrer so, dynamisch aus der Kurve heraus zu beschleunigen. Die Kraftschlussgrenze wird im Vergleich zu einem Fahrzeug mit Frontantrieb später erreicht, so dass eine Reduzierung des Motordrehmoments durch die Automatische Stabilitäts-Control meist vermieden werden kann.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.



Untersteuern minimieren

Index	Erklärung
A	MINI Countryman mit Frontantrieb
B	MINI Countryman mit Allradantrieb
M	Antriebsmoment
t	Zeit
1...4	Zeitlich aufeinanderfolgende Positionen des Fahrzeugs während der Kurvenfahrt
3	Beim Fahrzeug mit Frontantrieb muss das Antriebsmoment reduziert werden, damit es nicht untersteuernd aus der Kurve schiebt (Eingriff durch Dynamische Stabilitäts-Control → Motorsteuerung). Beim Fahrzeug mit Allradantrieb kann das volle Antriebsmoment während der Kurvenfahrt aufrecht erhalten werden, weil es sich auf Vorderräder und Hinterräder verteilt.
5	Idealer Kurvenverlauf bei neutralem Fahrverhalten
6	Kurvenverlauf bei Untersteuern

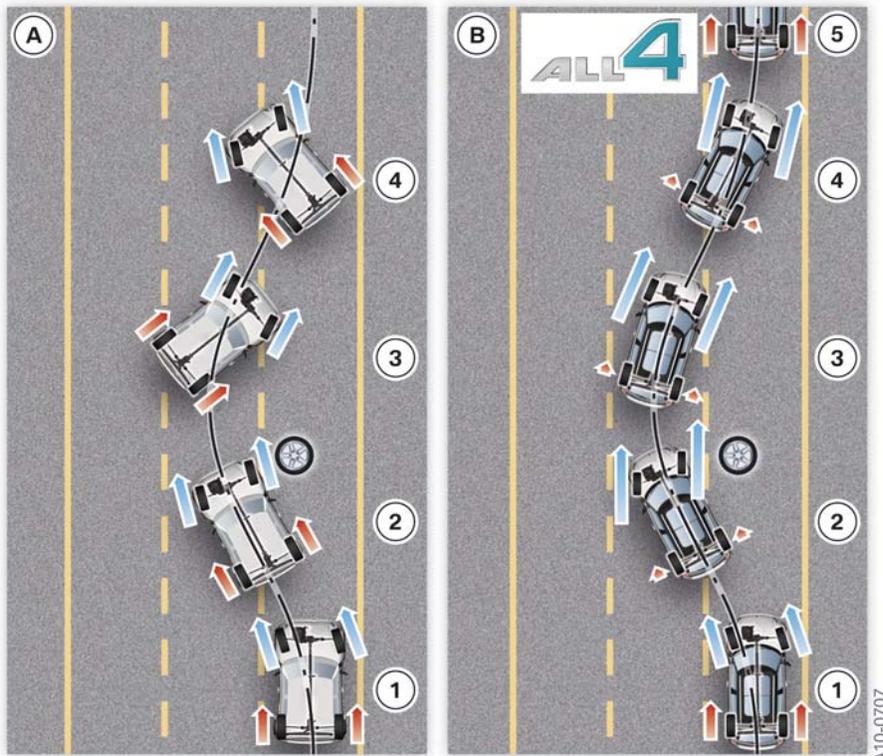
Der Allradantrieb im MINI Countryman unterstützt also das dynamische Fahrverhalten, in dem er antriebsbedingtes Untersteuern weitgehend vermeidet. Gleichzeitig erhöht der Allradantrieb bei Kurvenfahrt auch die Reserve in der Querdynamik, was zur Steigerung der Fahrsicherheit beiträgt.

2.2.4. Übersteuern verhindern

Um die Wirkungsweise und die Vorteile des Allradantriebs im MINI Countryman zu verstehen, wird er hier mit einem permanenten Allradantrieb verglichen. Für diesen Vergleich sei die Verteilung des Antriebsmoments beim permanenten Allradantrieb nicht steuerbar. Eine sich ändernde Verteilung ergäbe sich dort nur, wenn sich die Achslastverteilung oder der Reibwert an den Vorderrädern oder Hinterrädern ändern würde. Dieser Effekt wird in diesem Vergleich zur Vereinfachung aber nicht berücksichtigt. Für den Vergleich wird als Fahrmanöver ein Ausweichen bei hoher Fahrgeschwindigkeit verwendet.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.



Übersteuern verhindern beim Ausweichen wegen eines Hindernisses

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Index	Erklärung
A	Fahrzeug mit permanentem, nicht steuerbaren Allradantrieb
B	MINI Countryman mit Allradantrieb
1	Beginn des Ausweichmanövers nach links: Beide Fahrzeuge übertragen Antriebskräfte über die Vorderräder und Hinterräder auf die Fahrbahn.
2	Zurücklenken auf der benachbarten Fahrspur, hohe Querbeschleunigung: Bei Fahrzeug A wirkt permanent eine große Antriebskraft an den Hinterrädern. Die Allradsteuerung des MINI Countryman reduziert die Antriebskraft an den Hinterrädern aufgrund der hohen Querbeschleunigung.
3	Beginn des Zurückwechslens auf die rechte Fahrspur: An den Hinterrädern von Fahrzeug A ist die maximal übertragbare Kraft überschritten, weshalb das Heck ausbricht. Der MINI Countryman mit Allradantrieb bleibt stabil, weil an den Hinterrädern praktisch keine Antriebskraft wirkt. Damit steht das volle Kraftschlusspotenzial für die Übertragung der Querkraft zur Verfügung.
4	Zurücklenken auf der rechten Fahrspur, erneut hohe Querbeschleunigung: Das Heck von Fahrzeug A bricht nun zur anderen Seite hin aus, weil immer noch Antriebskräfte an den Hinterrädern wirken und die nutzbare Querkraft reduzieren. Der Allradantrieb des MINI Countryman überträgt das Antriebsmoment immer noch überwiegend an die Vorderräder, um maximale Seitenführung an den Hinterrädern und damit Stabilität zu gewährleisten.
5	Fortsetzung der Fahrt auf der rechten Fahrspur: Die Allradsteuerung im MINI Countryman erkennt die Geradeausfahrt und leitet nun wieder Antriebsmoment an die Hinterachse.

Das Fahrzeug mit permanentem Allradantrieb wird auch bei dem abgebildeten Ausweichmanöver den fest vorgegebenen Anteil des Antriebsmoments an die Hinterachse leiten. Deshalb wird an den Hinterrädern auch eine Längskraft wirken. Während des Ausweichmanövers herrscht aber gerade an den Hinterrädern ein sehr hoher Bedarf an Seitenführungskraft, damit das Fahrzeug stabil bleibt. Die Gesamtkraft wird hier schneller die Kraftschlussgrenze erreichen als in einem Fahrzeug, an dem keine Antriebskräfte an den Hinterrädern wirken. Wird die Kraftschlussgrenze an den Hinterrädern überschritten, können sie keine Querkraft mehr übertragen und das Heck des Fahrzeugs bricht aus: das Fahrzeug übersteuert. Kann ein geübter Fahrer das Fahrzeug nach dem ersten Spurwechsel noch durch schnelles Gegenlenken abfangen, wird dies spätestens beim Zurückwechseln auf die ursprüngliche rechte Fahrspur nahezu unmöglich. Das Fahrverhalten ist nicht mehr beherrschbar.

Anders beim Allradantrieb ALL4 des MINI Countryman: die Dynamische Stabilitäts-Control erkennt anhand der Signale Lenkradwinkel, Querbeschleunigung, Gierrate und Raddrehzahlen, dass ein schnelles Ausweichmanöver gefahren wird. Es wird ständig überwacht, ob das Fahrzeug noch dem Fahrerwunsch (Lenkradwinkel) folgt, oder bereits eine so hohe Querbeschleunigung vorliegt, dass die Hinterräder an ihre Kraftschlussgrenze kommen. In diesem Fall wird die Ansteuerung der ALL4-Kupplung zurück genommen. Die Längskraft an den Hinterrädern geht damit praktisch auf den Wert Null zurück, so dass sie deutlich mehr Querkraft übertragen können. Damit bleibt der allradgetriebene MINI Countryman bei schnellen Ausweichmanövern länger stabil als ein Fahrzeug mit starrem Allradantrieb. Vergleicht man einen frontgetriebenen mit einem allradgetriebenen MINI Countryman so liegen sie bei der Fahrstabilität auf gleich hohem Niveau. Zusätzlich bietet der Allradantrieb ALL4 aber die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Vorteile:

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

- Verbesserte Traktion, vor allem bei wechselnden Reibwerten
- Gesteigerte Dynamik durch Verringern des Untersteuerns
- Maximale Stabilität auch bei hoher Querschleunigung.

2.2.5. Allradantrieb und Dynamische Stabilitäts-Control

Selbstverständlich erfolgt die Allradsteuerung in Abstimmung mit der Stabilitätsregelung der DSC. Dabei bleibt die Fahrsicherheit und Fahrstabilität die oberste Priorität. Für maximale Fahrstabilität ist es wichtig, dass insbesondere die Hinterräder maximale Querkraft übertragen können. Dies kann nur erreicht werden, wenn an den Hinterrädern keine Antriebskräfte wirken. Dies gilt natürlich auch für Fahrsituationen, in denen die Dynamische Stabilitäts-Control bereits stabilisierend eingreifen muss, um die Fahrstabilität sicher zu stellen. Deshalb wird unter folgenden Bedingungen die ALL4-Kupplung vollständig geöffnet:

- Antiblockiersystem regelt
- Bremseneingriff oder Reduzierung des Motordrehmoments zur Stabilisierung durch Dynamische Stabilitäts-Control
- Dynamische Brems-Control regelt.

Das Öffnen der ALL4-Kupplung wird aber selbstverständlich unterbunden, wenn der Fahrer bewusst übersteuernd eine Kurve fahren will (driften). Dies wird dem Fahrer insbesondere in den Modi "Traction" und "DSC aus" der Dynamischen Stabilitäts-Control ermöglicht. Auch in diesen Modi finden Bremseneingriffe statt, allerdings um die Traktion zu erhöhen. Die Allradsteuerung kann diese traktionsfördernden Bremseneingriffe von stabilisierenden Bremseneingriffen unterscheiden. Zusätzlich wird anhand des Fahrpedalwinkels der Fahrerwunsch berücksichtigt. Anhand dieser Kriterien wird entschieden, weiterhin Antriebsmoment an die Hinterachse zu leiten, was den dynamischen Fahreindruck unterstreicht.

2.2.6. Sonderfunktionen

Die folgenden Sonderfunktionen dienen zum Schutz der Systemkomponenten und zur Sicherstellung einer langen Lebensdauer:

- Öffnen der ALL4-Kupplung bei betätigter Feststellbremse
- Begrenzung des Drehmoments zur Hinterachse
- Temperaturüberwachung in der ALL4-Kupplung.

Wenn der Fahrer die Feststellbremse betätigt, macht es keinen Sinn, Antriebsmoment an die Hinterräder zu transferieren. Die Antriebskraft würde gegen die Feststellkraft wirken, was eine erhöhte Bauteilbelastung und unnötigen Verschleiß bedeuteten würde. Aus diesem Grund liest die Allradsteuerung das Signal des Feststellbrems-Warnschalters ein und öffnet die ALL4-Kupplung, wenn die Feststellbremse betätigt ist.

Das ALL4-Verteilergetriebe, die ALL4-Kupplung und das Hinterachsgetriebe sind so ausgelegt, dass die kundenrelevanten Vorteile des Allradantriebs in allen Fahrsituationen erlebt werden können. In einigen wenigen Situationen kann der Verbrennungsmotor ein höheres Drehmoment liefern, als aufgrund der Komponentenauslegung zulässig ist. Deshalb enthält die Allradsteuerung eine Begrenzung des Drehmoments, das zur Hinterachse übertragen wird. Dadurch wird das maximale Drehmoment der Komponentenauslegung eingehalten.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Da die ALL4-Kupplung kontinuierlich angesteuert wird, tritt Schlupf zwischen der Eingangsseite und der Ausgangsseite auf. Dies führt prinzipbedingt zur Erwärmung der Kupplung. Um die Kupplung vor übermäßigem Verschleiß und verkürzter Lebensdauer zu schützen, wird die Temperatur überwacht. Dies erfolgt nicht durch direkte Messung mit Hilfe eines Temperatursensors sondern durch ein Rechenmodell in der Allradsteuerung. Das Rechenmodell benutzt als Eingangsgrößen die Eingangsdrehzahl und die Ausgangsdrehzahl sowie das Kupplungsmoment um die Verlustleistung zu bestimmen. Damit (und unter Berücksichtigung weiterer Größen wie z. B. der Fahrgeschwindigkeit) wird die Isttemperatur der ALL4-Kupplung berechnet. Überschreitet die Isttemperatur einen Schwellenwert, wird die ALL4-Kupplung vollständig geöffnet. Der Allradantrieb ist damit außer Funktion, was dem Fahrer selbstverständlich durch eine Check-Control-Meldung angezeigt wird. Das nachfolgend abgebildete Check-Control-Symbol wird auch angezeigt, wenn der Allradantrieb wegen anderer Fehlerursachen ausfällt.



Check-Control-Symbol für Ausfall Allradantrieb

Durch das Öffnen der ALL4-Kupplung entsteht keine weitere Verlustleistung und sie kühlt automatisch während der Weiterfahrt ab. Nach Absinken der Temperatur unter einen zweiten, geringeren Schwellenwert steht der Allradantrieb wieder zur Verfügung.

Alle Komponenten des Allradantriebsstrangs sind auf die Fahrzeuglebensdauer ausgelegt. Dies gilt auch für die ALL4-Kupplung, deren Verschleiß über die Lebensdauer so gering ist, dass er in der Allradsteuerung nicht berücksichtigt werden muss. Lediglich direkt nach der Produktion müssen die Lamellen einem Einlaufprozess unterzogen werden und der Verstellweg eingestellt werden, bis der in der Allradsteuerung hinterlegte Zusammenhang zwischen Verstellweg und übertragenem Drehmoment erreicht wird. Dieser Vorgang findet bereits im Herstellerwerk der ALL4-Kupplung statt, muss also nicht im Service-Betrieb erfolgen. Dementsprechend ist nach Einbau einer neuen ALL4-Kupplung auch keine Servicefunktion zur Initialisierung auszuführen.

2.3. Systemkomponenten

2.3.1. ALL4-Verteilergetriebe

Die Antriebsleistung in einem frontgetriebenen MINI wird über das Vorderachsgetriebe mit Differenzial an die Vorderräder geleitet. In einem MINI Countryman mit Allradantrieb, muss ein Teil der Antriebsleistung zur Hinterachse verzweigt werden. Diese Aufgabe übernimmt das ALL4-Verteilergetriebe. Aufgrund seiner Aufgabe, "Leistung zur Hinterachse abzuzweigen", wird auch die Bezeichnung "Power Take Off PTO" verwendet.

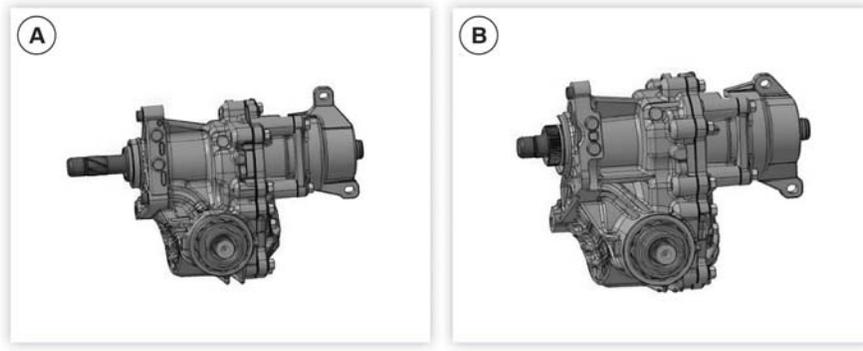
Einbauort

Das ALL4-Verteilergetriebe muss, um seine Aufgabe erfüllen zu können, mechanisch mit dem Vorderachsgetriebe verbunden sein, das auch im R60 Bestandteil des Schaltgetriebes bzw. des Automatikgetriebes ist. Da sich die Schaltgetriebe und das Automatikgetriebe der beiden allradgetriebenen Modelle in ihrer Außengeometrie unterscheiden (Kontur, Verschraubungen), gibt es für das ALL4-Verteilergetriebe derzeit zwei Varianten:

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

- Variante für MINI Cooper S ALL4 oder MINI Cooper D ALL4 mit **Schaltgetriebe**
- Variante für MINI Cooper S ALL4 mit **Automatikgetriebe**.

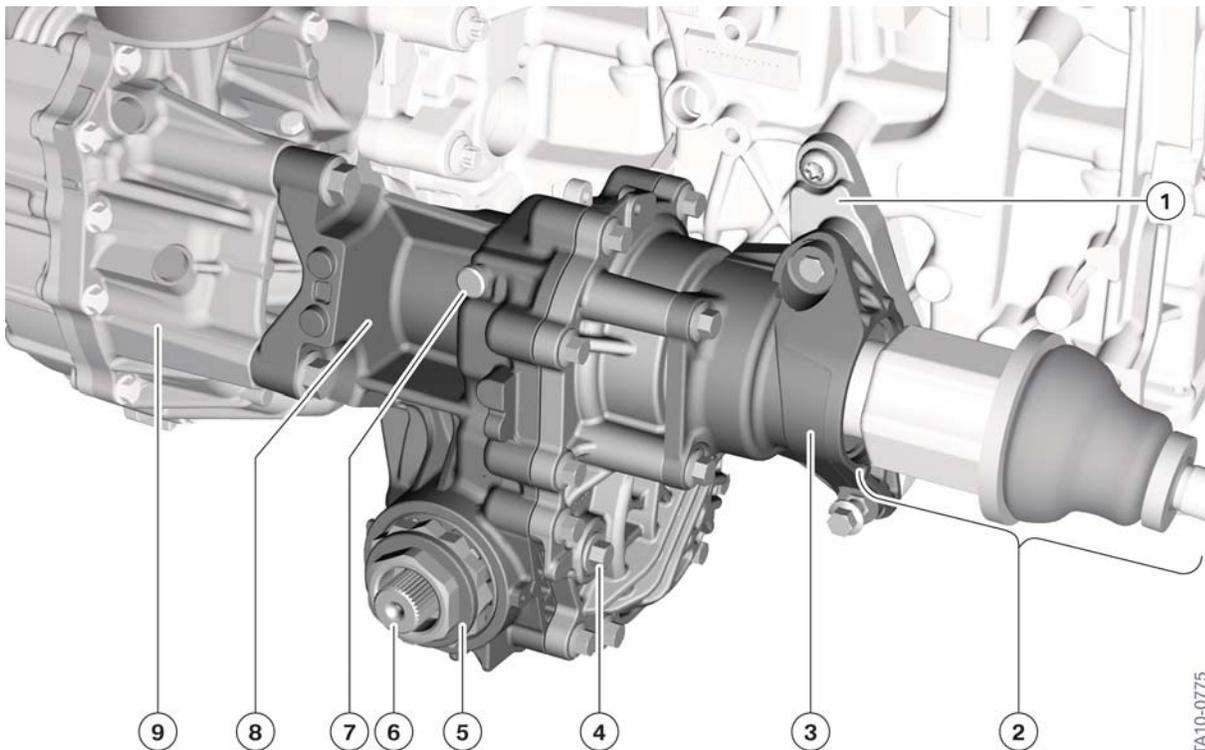


TA10-0868

Varianten ALL4-Verteilergetriebe

Index	Erklärung
A	ALL4-Verteilergetriebe für MINI Cooper S und Cooper D mit Schaltgetriebe
B	ALL4-Verteilergetriebe für MINI Cooper S mit Automatikgetriebe

Die Varianten des ALL4-Verteilergetriebes unterscheiden sich durch ihre Kontur. Die Verzahnungen der Wellen beider Varianten sind unterschiedlich, so dass eine Verwechslung ausgeschlossen ist. Unabhängig davon gleicht sich der innere Aufbau, d. h. für die Getriebeteile gibt es nur eine Auslegung, die für alle Motorisierungen geeignet ist.



TA10-0775

Einbauort ALL4-Verteilergetriebe

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Index	Erklärung
1	Zwischenstück für Halter
2	Abtriebswelle vorn rechts
3	Halter für ALL4-Verteilergetriebe
4	Kontroll- und Einfüllschraube
5	Doppelmutter
6	Verbindung zur Gelenkwelle (verzahntes Wellenstück)
7	Druckausgleichselement (mit Goretex-Membran)
8	Gehäuse des ALL4-Verteilergetriebes
9	Gehäuse des Schaltgetriebes bzw. Automatikgetriebes

Das Gehäuse des ALL4-Verteilergetriebes ist (in Fahrtrichtung links) mit dem Getriebegehäuse verschraubt. In Fahrtrichtung rechts ist das ALL4-Verteilergetriebe über einen weiteren Halter mit dem Motorgehäuse verbunden. Diesen zweiten Halter gibt es auch in frontgetriebenen Fahrzeugen und zwar abhängig von der Motorisierung entweder als alleinigen Halter für die Abtriebswelle vorn rechts bzw. als kombinierten Halter, mit dem auch das Motorgehäuse mit dem Vorderachsträger verbunden wird.

Das Gehäuse des ALL4-Verteilergetriebes muss aufgrund des Verbauorts wasserdicht sein. Zusätzlich treten dort große Temperaturunterschiede während des Betriebs auf. Aus diesem Grund wurde ein Druckausgleichselement eingebaut, das eine Goretex-Membran enthält. Wasser kann durch diese Membran nicht eindringen. Luft kann jedoch zum Ausgleich von Druckunterschieden ein- und austreten.

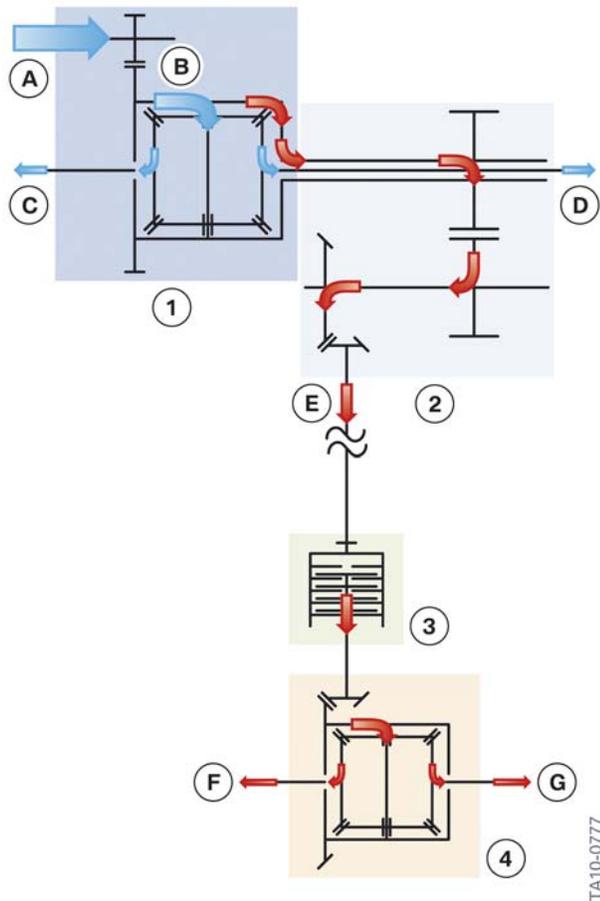
Funktion

Das ALL4-Verteilergetriebe ist ein passives Bauelement, das keinerlei Aktoren enthält. Die Steuerung, in welchem Verhältnis das Antriebsmoment zwischen Vorderachse und Hinterachse verteilt wird, erfolgt durch die ALL4-Kupplung am Hinterachsgetriebe. Mit Hilfe des ALL4-Verteilergetriebes stehen folgende Wege oder Kanäle zur Verfügung, die das Drehmoment oder die Antriebsleistung nehmen kann:

- 1 Vom Vorderachsgetriebe direkt zum linken Vorderrad
- 2 Vom Vorderachsgetriebe über eine Zwischenwelle durch das ALL4-Verteilergetriebe hindurch zum rechten Vorderrad
- 3 Vom Vorderachsgetriebe über das ALL4-Verteilergetriebe, die Gelenkwelle, die ALL4-Kupplung zum Hinterachsgetriebe und schließlich zu den Hinterrädern.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.



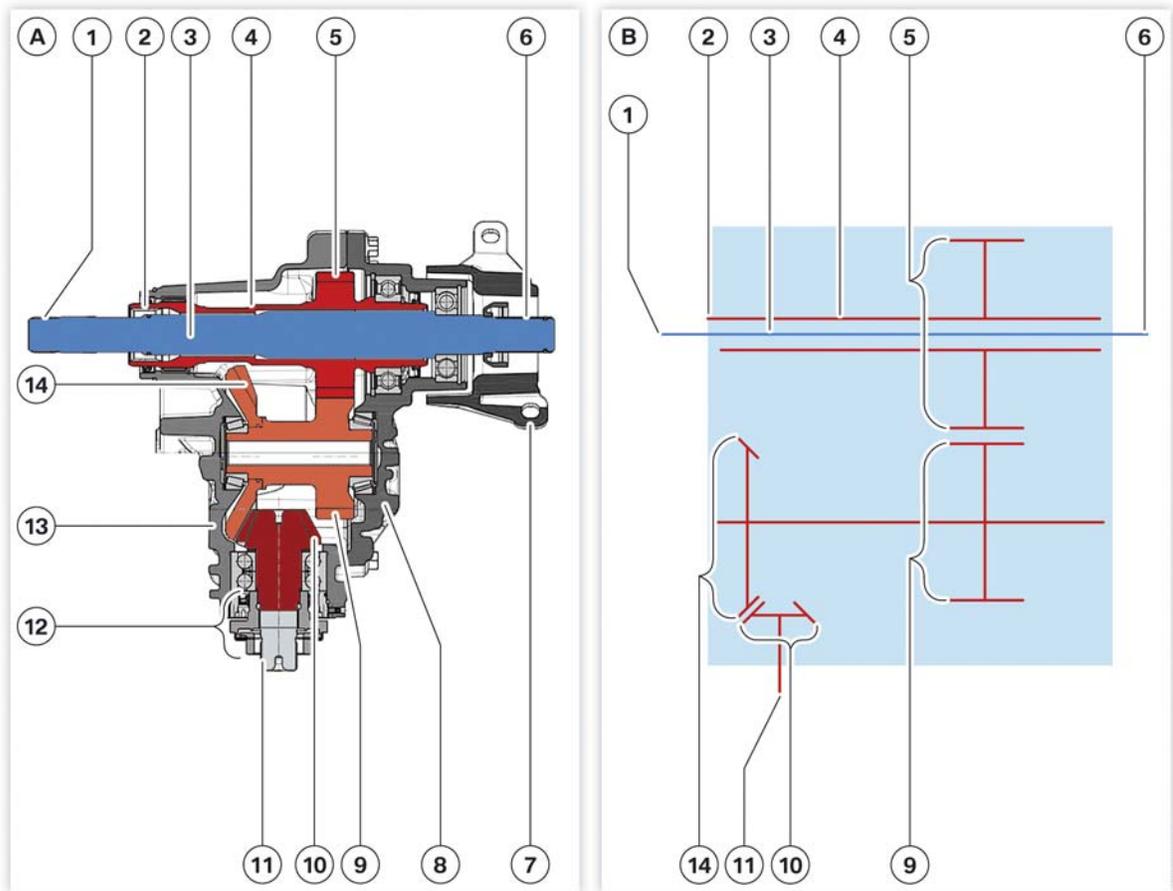
Verteilung des Antriebsmoments im Antriebsstrang

Index	Erklärung
1	Vorderachsgetriebe (im Schaltgetriebe bzw. Automatikgetriebe integriert)
2	ALL4-Verteilergetriebe
3	ALL4-Kupplung
4	Hinterachsgetriebe
A	Antriebsmoment am Ausgang des Schaltgetriebes bzw. des Automatikgetriebes (100%)
B	Antriebsmoment zur Vorderachse über Vorderachsdifferenzial (z. B. 60%)
C	Antriebsmoment zum linken Vorderrad (z. B. 30%)
D	Antriebsmoment zum rechten Vorderrad (z. B. 30%)
E	Antriebsmoment zur Hinterachse (z. B. 40%)
F	Antriebsmoment zum linken Hinterrad (z. B. 20%)
G	Antriebsmoment zum rechten Hinterrad (z. B. 20%)

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Aufbau



ALL4-Verteilergetriebe in Schnittdarstellung und Skelettdarstellung

Index	Erklärung
A	Schnittdarstellung
B	Skelettdarstellung
1	Außenverzahntes Wellenstück (Verbindung zum Abtriebszahnrad des Vorderachsgetriebes)
2	Verzahntes Wellenstück (Verbindung zum Differenzialkorb des Vorderachsgetriebes), innenverzahnt für Schaltgetriebe bzw. außenverzahnt für Automatikgetriebe
3	Zwischenwelle
4	Hohlwelle
5	Stirnrad der Hohlwelle
6	Außenverzahntes Wellenstück (Verbindung zur Abtriebswelle vorn rechts)
7	Halter für ALL4-Verteilergetriebe
8	Rechte Gehäusehälfte des ALL4-Verteilergetriebes

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Index	Erklärung
9	Stirnrad der ALL4-Verteilertriebewelle
10	Kegelrad der Ausgangswelle des ALL4-Verteilergetriebes
11	Außenverzahntes Wellenstück (Verbindung zur Gelenkwelle)
12	Doppelmutter
13	Linke Gehäusehälfte des ALL4-Verteilergetriebes
14	Tellerrad der ALL4-Verteilertriebewelle

Die Übertragung des Drehmoments vom Vorderachsgetriebe zum rechten Vorderrad erfolgt nicht über eine einzige durchgehende Abtriebswelle wie in einem frontgetriebenen MINI. Statt dessen gibt es eine Zwischenwelle durch das ALL4-Verteilergetriebe, die das Vorderachsgetriebe mit der eigentlichen rechten Abtriebswelle verbindet. Die Zwischenwelle kann als separates Teil bestellt werden, wobei hier wie beim ALL4-Verteilergetriebe selbst, die Motorisierung bzw. das Getriebe bei der Auswahl zu berücksichtigen ist.

Um das Drehmoment zur Hinterachse ab zu zweigen, gibt es eine Verbindung vom Differenzialkorb des Vorderachsgetriebes zu einer Hohlwelle im ALL4-Verteilergetriebe. Die Verbindung erfolgt durch verzahnte Wellenstücke. Die Hohlwelle des ALL4-Verteilergetriebes ist an diesem Stück:

- Innenverzahnt bei der Variante für Schaltgetriebe und
- Außenverzahnt bei der Variante für Automatikgetriebe.

Über die Hohlwelle, ein einstufiges Stirnradgetriebe und eine Tellerrad-Kegelrad-Stufe wird die Gelenkwelle angetrieben. Diese dreht sich also während der Fahrt unabhängig davon, ob die ALL4-Kupplung geschlossen ist oder nicht. Das ALL4-Verteilergetriebe übersetzt mit $i = 1 : 2,81$, d. h. die Drehzahl der Gelenkwelle ist größer als die der Hohlwelle. Dieses Übersetzungsverhältnis ist für alle Varianten des ALL4-Verteilergetriebes identisch. Das Hinterachsgetriebe übersetzt mit der inversen Übersetzung $i = 2,81 : 1$ ins Langsame zurück. Die modellabhängige Achsübersetzung wird also durch das Vorderachsgetriebe realisiert.

Das ALL4-Verteilergetriebe ist mit circa 0,5 l Getriebeöl gefüllt. Es kommt ein für Fahrzeuge der BMW Group üblicher Getriebeöltyp zum Einsatz. Eine Erneuerung der kompletten Ölfüllung ist nicht vorgesehen, da es auf die Fahrzeuglebensdauer ausgelegt ist. Deshalb gibt es keine Ablassschraube, aber eine Kontroll- und Einfüllschraube, die in der Grafik im Kapitel Einbauort gekennzeichnet ist. Da bei der Erneuerung von Dichtringen geringe Mengen Getriebeöl austreten können, ist ein Kontrollieren und Nachfüllen sinnvoll und nötig. Um eine Benetzung der Goretex-Membran mit Getriebeöl zu vermeiden, soll das ALL4-Verteilergetriebe beim Ausbauen und Einbauen nicht stark gekippt werden. Andernfalls reduziert sich die Fähigkeit der Goretex-Membran, Luft ein- und austreten zu lassen.

2.3.2. Gelenkwelle

Die Gelenkwelle ist das Übertragungsmedium für das Drehmoment vom Front-Quer-Antriebsstrang in Richtung Hinterachse. Sie verbindet den Ausgang des ALL4-Verteilergetriebes mit dem Eingang der ALL4-Kupplung. Obwohl der MINI Countryman nicht das längste Fahrzeug in der BMW Group ist, so weist er doch die längste Gelenkwelle auf: Ihre Länge beträgt 2,2 m!

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

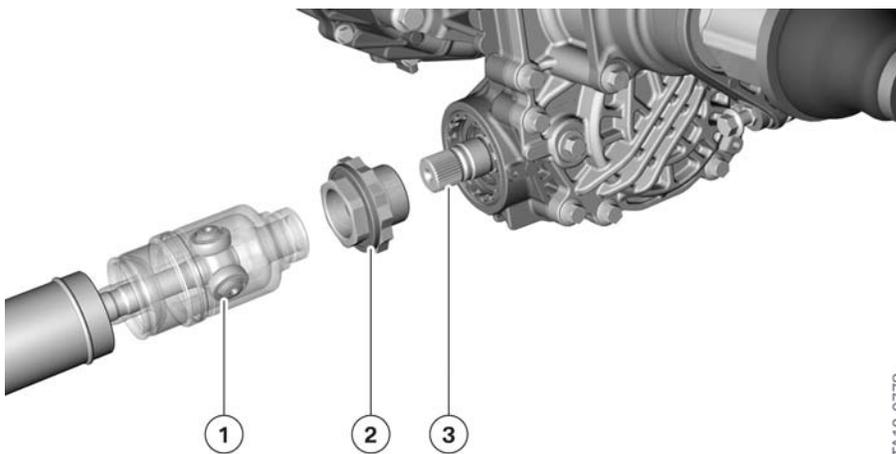


Es gibt zwei Varianten der Gelenkwelle. Die Gelenkwelle für Fahrzeuge mit Diesel-Motorisierung ist um 15 mm länger als die für Fahrzeuge mit Benzin-Motorisierung. Die kürzere Gelenkwelle darf keinesfalls in ein Fahrzeug mit Diesel-Motorisierung eingebaut werden, auch wenn dies aufgrund des Längenausgleichs im Gleichlauf-Verschiebegelenk möglich erscheint.



Die Gelenkwelle ist in Bezug auf Geräusche und Schwingungen optimiert und im Herstellerwerk abgeglichen. Aus diesem Grund kann die Gelenkwelle nur als komplettes Bauteil erneuert werden.

Schnittstelle zum ALL4-Verteilergetriebe



Schnittstelle ALL4-Verteilergetriebe – Gelenkwelle

TA10-0778

Index	Erklärung
1	Gleichlauf-Verschiebegelenk
2	Doppelmutter, bestehend aus Flanschmutter und Einlegemutter
3	Außenverzahntes Wellenstück

Zur Übertragung des Drehmoments vom Verteilergetriebe zur Gelenkwelle gibt es eine formschlüssige Verbindung. Diese wird durch eine Verzahnung an den Enden der Wellen realisiert. Längskräfte können dabei jedoch nicht übertragen werden. Deshalb wird die Gelenkwelle mit Hilfe einer zweiteiligen Mutter ("Doppelmutter") gegen Herausrutschen gesichert. Die Doppelmutter besteht aus einer Flanschmutter, die mit dem ALL4-Verteilergetriebe verschraubt ist. Die Flanschmutter darf im Service nicht gelöst werden und es darf an ihr auch nicht gegen gehalten werden. Der zweite Teil der Doppelmutter, die Einlegemutter, stellt die Verbindung zur Gelenkwelle her. Das Gewinde der Einlegemutter ist mikroverkapselt. Es ist also mit Klebstoff versehen, um die Gelenkwelle gegen Lösen während des Fahrbetriebs zu sichern.



Wenn die Einlegemutter von der Gelenkwelle gelöst wird, muss sie durch ein Neuteil ersetzt werden. Nur dadurch ist die selbstsichernde Wirkung der Mikroverkapselung gewährleistet.

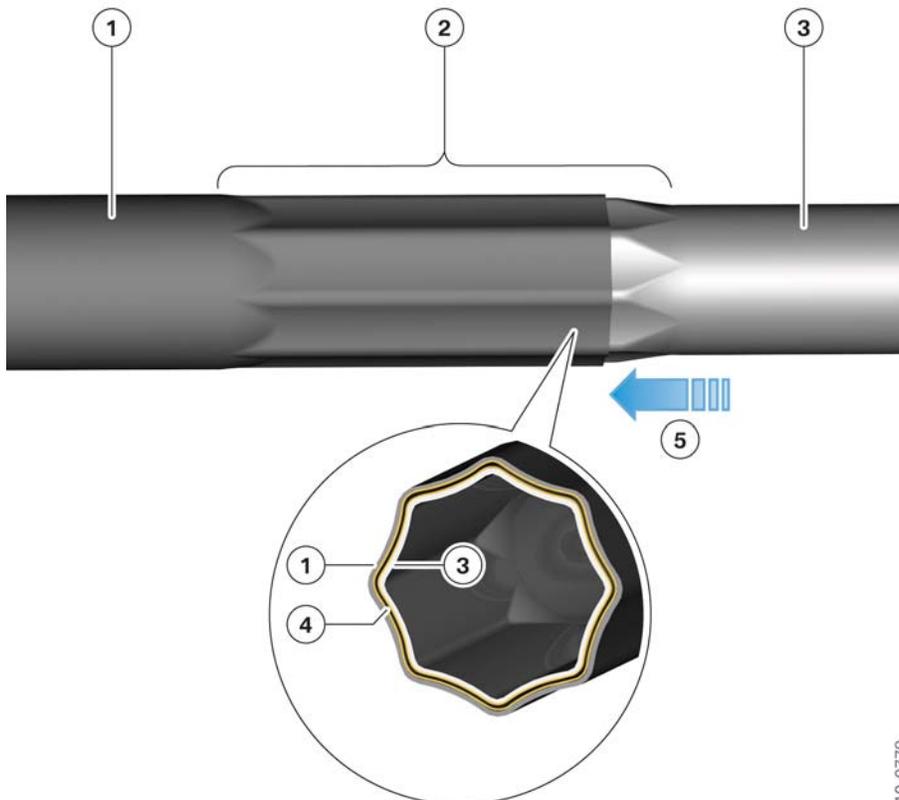
R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Das vordere Ende der Gelenkwelle ist mit einem Gleichlauf-Verschiebegelenk versehen, das zum Längenausgleich und zum Winkelausgleich dient.

Verschiebeeinheit

Im vorderen Drittel der Gelenkwelle sind zwei konturierte Rohrteile ineinander gesteckt. Durch die Kontur der beiden Rohrteile ist es möglich, das Antriebsmoment zu übertragen. Aber auch in Längsrichtung haben die beiden Rohrteile eine spezielle Aufgabe: Sie sind mit einer Beschichtung versehen, die eine definierte Haftreibungskraft erzeugt. Diese ist so ausgelegt, dass sie einen Maximalwert von 20 kN nicht übersteigt. Dies hat entscheidende Vorteile bei einem Frontalaufprall, weil sich die beiden Rohrteile in Längsrichtung um ca. 150 mm verschieben können. Dabei wird nur eine Gegenkraft von höchstens 20 kN erzeugt, so dass kein zusätzlicher Lastpfad entsteht. Stattdessen wirken genau die Lastpfade der Karosserie optimal, die für den Frontalaufprall so ausgelegt wurden, dass eine maximale Insassensicherheit gewährleistet ist. Durch diese Verschiebeeinheit konnte also die crashrelevante Karosseriestruktur von R60 Fahrzeugen mit und ohne Allradantrieb gleich konstruiert werden.



TA10-0779

Verschiebeeinheit der Gelenkwelle

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

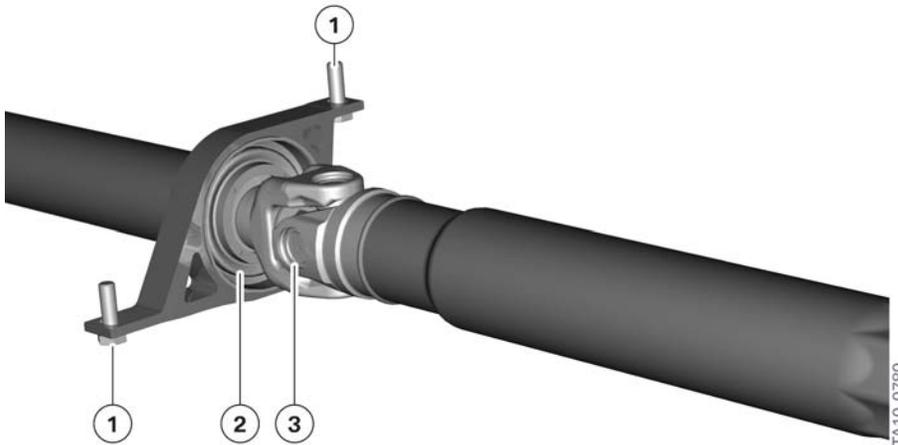
2. Allradantrieb ALL4.

Index	Erklärung
1	Äußeres Rohr (in Fahrtrichtung hinten)
2	Verschiebeeinheit
3	Inneres Rohr (in Fahrtrichtung vorn)
4	Beschichtung, um eine definierte niedrige Haftreibungskraft zu erreichen
5	Verschieberichtung



Nach einem Unfall muss die Verschiebeeinheit der Gelenkwelle kontrolliert werden. Wenn sich die beiden Rohrteile ineinander verschoben haben, muss die Gelenkwelle erneuert werden. Die in der Reparaturanleitung angegebenen Kriterien zur Kontrolle und zur Erneuerung sind genau einzuhalten.

Mittengelenk und Mittellager



Mittengelenk und Mittellager

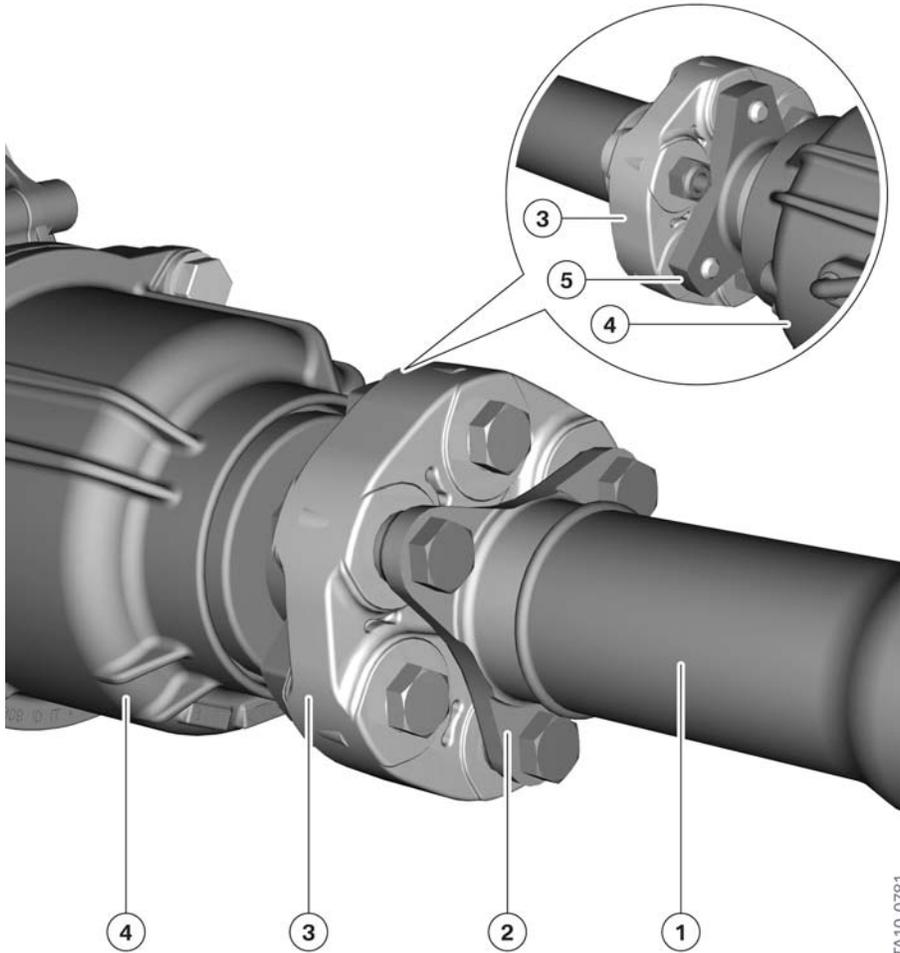
Index	Erklärung
1	Verschraubung des Mittellagers mit der Karosserie
2	Mittellager
3	Kreuzgelenk

Beim Mittengelenk der Gelenkwelle handelt es sich um ein **Kreuzgelenk**. Dementsprechend kann es nur Beugewinkel, jedoch keine Längenänderungen ausgleichen. Das Mittellager kann nur geringe Längsverschiebungen (kleiner als 10 mm) bei hoher Steifigkeit aufnehmen.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Schnittstelle zur ALL4-Kupplung



Schnittstelle Gelenkwelle – ALL4-Kupplung

Index	Erklärung
1	Gelenkwelle
2	Mitnehmerflansch der Gelenkwelle (geschweisst)
3	Gelinkscheibe
4	ALL4-Kupplung
5	Mitnehmerflansch der ALL4-Kupplung

Die Gelenkwelle ist nicht direkt sondern über eine Gelenkscheibe mit der ALL4-Kupplung verbunden. Die Gelenkscheibe dient zum Ausgleich der Beugewinkel hinten sowie zur Dämpfung von Stößen, die durch das Kreuzgelenk oder bei Drehzahländerungen entstehen können.

Das hintere Ende der Gelenkwelle weist einen Mitnehmerflansch auf, der mit Hilfe von drei Durchgangsschrauben und Muttern mit der Gelenkscheibe verbunden ist. Die Gelenkscheibe wiederum ist mit einem Mitnehmerflansch an der ALL4-Kupplung verschraubt. Das Muttergewinde befindet sich in den Bohrungen des Mitnehmerflansches der ALL4-Kupplung.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

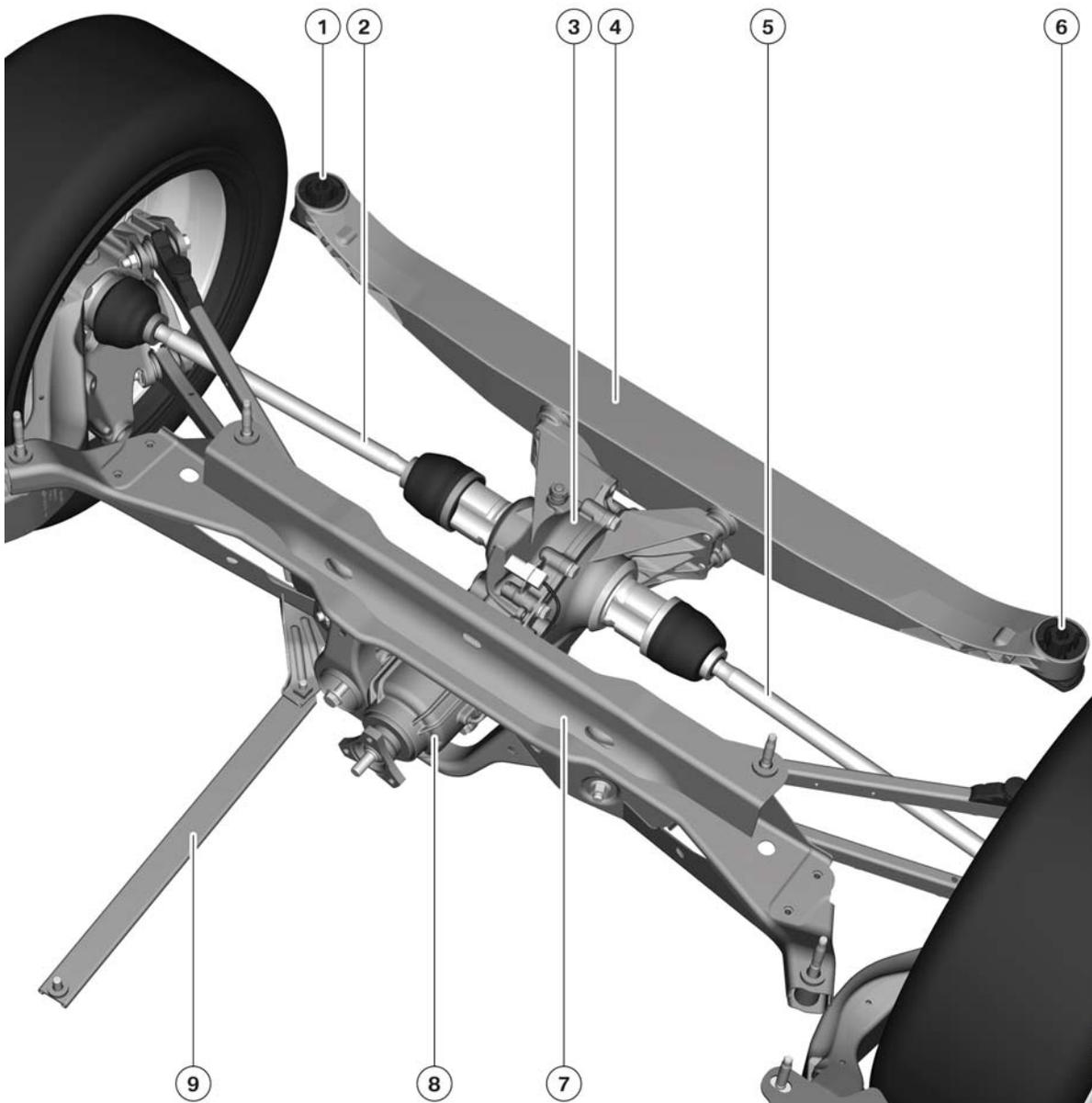
2. Allradantrieb ALL4.

2.3.3. ALL4-Kupplung

Die ALL4-Kupplung ist der Aktor mit dessen Hilfe die Größe des Drehmoments zur Hinterachse kontinuierlich gesteuert wird. Ähnlich wie eine Kupplung für Schaltgetriebe stellt die ALL4-Kupplung Kraftschluss her, und zwar zwischen der Gelenkwelle und der Eingangswelle des Hinterachsgetriebes. Hersteller der ALL4-Kupplung ist die Firma GKN Driveline.

Einbauort

Die ALL4-Kupplung und das Hinterachsgetriebe sind direkt miteinander verbunden und im Bereich der Hinterachse verbaut. Deshalb wird zunächst der Einbauort für beide Komponenten gemeinsam dargestellt.



Einbauort ALL4-Kupplung

TA10-0854

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Index	Erklärung
1	Gehäuse
2	4 Sechskantschrauben zur Verbindung der ALL4-Kupplung mit dem Hinterachsgetriebe
3	Stecker zum elektrischen Anschluss des Elektromagneten an den Fahrzeugkabelbaum
4	Entlüftungsleitung
5	Hinterachsgetriebe
6	Anschluss für Entlüftungsleitung
7	Mitnehmerflansch
8	Flanschmutter
9	Zentrierstift

Das Gehäuse der ALL4-Kupplung ist luftdicht und flüssigkeitsdicht. Um dennoch einen Druckausgleich bei großen Temperaturänderungen zu ermöglichen, gibt es eine Entlüftungsleitung, die zu einem erhöhten Einbauort führt, wo keine Wasserdichtheit mehr gefordert ist. Die Entlüftungsleitung ist auf den entsprechenden Anschluss am Gehäuse der ALL4-Kupplung gesteckt.

Der Mitnehmerflansch ist über eine Flanschmutter mit der Eingangswelle der ALL4-Kupplung verbunden. Um die relativ weiche Gelenkscheibe z. B. bei hohen Drehzahlen zu stabilisieren, wird ein Zentrierstift verwendet.

Das Gehäuse der ALL4-Kupplung ist mit dem des Hinterachsgetriebes durch vier Sechskantschrauben verbunden. Um die Dichtheit an dieser Fügestelle zu gewährleisten ist dort eine Dichtung (Silikon) vorgesehen, die beim Komponententausch erneuert werden muss. Das Dichtungsmaterial ist über die Reparaturanleitung bzw. das Verzeichnis der Betriebsstoffe zu ermitteln.



ALL4-Kupplung und Hinterachsgetriebe können separat getauscht werden. Nach dem ALL4-Kupplung und Hinterachsgetriebe getrennt wurden, ist die Dichtung an der Fügestelle zu erneuern.

Einen eigenen Träger oder Halter für die ALL4-Kupplung gibt es nicht. Ihr Gewicht von ca. 8 kg wird am Hinterachsgetriebe abgestützt.

Ein kurzes Leitungsstück, das fest mit der All4-Kupplung verbunden ist, führt zum Stecker für den elektrischen Anschluss der ALL4-Kupplung. Dieser zweipolige Stecker befindet sich oberhalb des Hinterachsgetriebegehäuses und stellt die Verbindung zum Fahrzeugkabelbaum her. Die Leitung zur ALL4-Kupplung ist verdreht und zusätzlich mit einer Schirmung versehen. Diese Maßnahme ist zur Sicherstellung der Elektromagnetischen Verträglichkeit EMV nötig, weil die ALL4-Kupplung mit einem getakteten Signal (pulsweitenmoduliert) angesteuert wird.

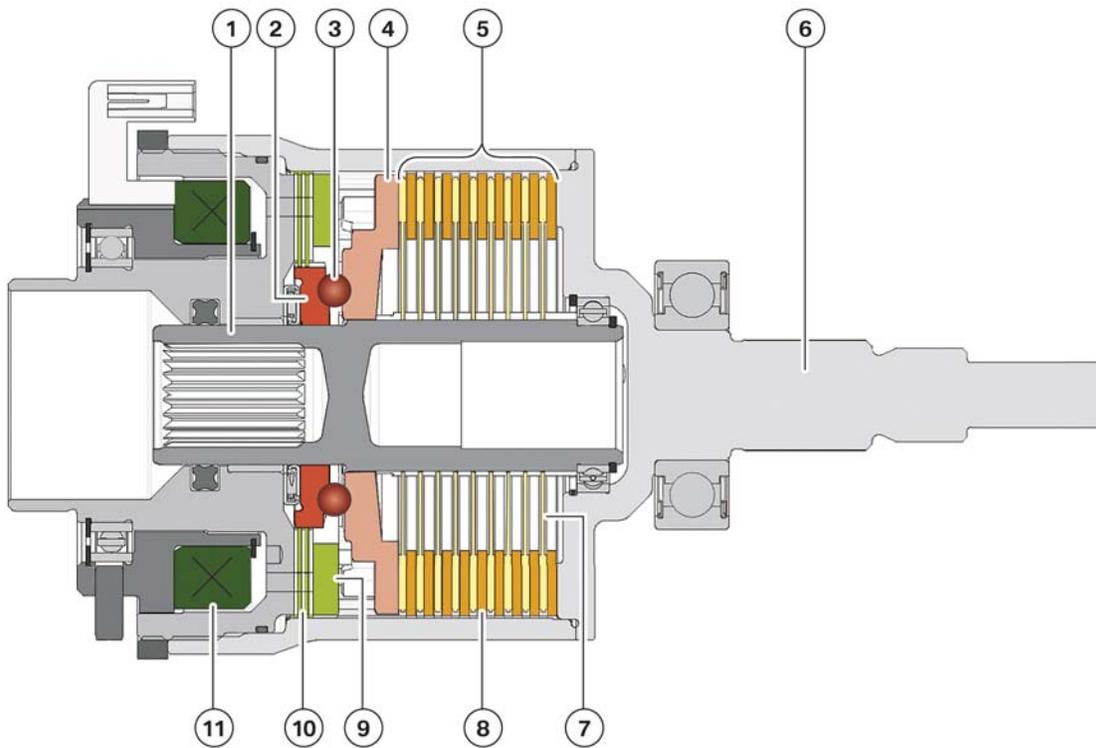
Aufbau und Funktionsweise

Die ALL4-Kupplung besteht neben dem Gehäuse, Wellen und Lagern aus folgenden wichtigen internen Komponenten:

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

- Elektromagnet mit Anker
- Steuerkupplung
- Kugelrampengetriebe
- Hauptkupplung.



TA10-0857

Schnittbild ALL4-Kupplung

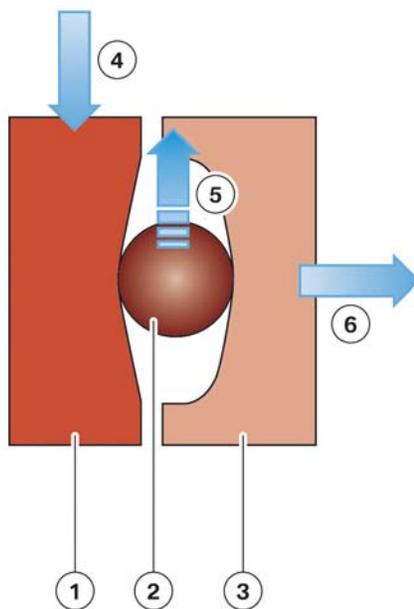
Index	Erklärung
1	Ausgangswelle
2	Ring an Steuerkupplung mit Kugelrampe
3	Kugeln
4	Ring an Hauptkupplung mit Kugelrampe
5	Hauptkupplung
6	Eingangswelle
7	Innenlamellen der Hauptkupplung, verbunden mit der Ausgangswelle
8	Außenlamellen der Hauptkupplung, verbunden mit der Eingangswelle
9	Anker
10	Steuerkupplung
11	Elektromagnet

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Wird der Elektromagnet von Strom durchflossen, entsteht ein Magnetfeld. Dadurch wirkt auf den aus Eisen bestehenden Anker eine anziehende Kraft. Die Kraft, mit der der Anker angezogen wird, drückt gleichzeitig auf die Lamellen der Steuerkupplung. Dadurch entsteht Kraftschluss zwischen der Eingangsseite und der Ausgangsseite der Steuerkupplung. Die Ausgangsseite ist über einen Ring mit der Ausgangswelle der ALL4-Kupplung verbunden. Dort liegt also die Drehzahl der Hinterachse an. Die Eingangsseite ist mit der Eingangswelle der ALL4-Kupplung verbunden. Dort liegt die Drehzahl der Gelenkwelle an. Unter Last (z. B. unter Zug) unterscheiden sich die Eingangsdrehzahl und die Ausgangsdrehzahl. Durch den Kraftschluss an der Steuerkupplung wird die Ausgangsseite mitgezogen. Dies wird aber in der Steuerkupplung nicht dazu benutzt, die Ausgangswelle zu beschleunigen, denn dafür ist sie nicht ausgelegt. Stattdessen wird dadurch der Ring verdreht, der die Ausgangsseite der Steuerkupplung mit der Ausgangswelle der ALL4-Kupplung verbindet.

Dieser Ring enthält, genauso wie sein Gegenstück eine Bahn, in der sich Kugeln befinden. Die Bahn steigt rampenförmig an. Wird ein Ring verdreht, entsteht durch die Steigung der Bahn eine Kraft, mit der die beiden Ringe auseinander gedrückt werden.



TA10-0658

Schnittdarstellung Kugelrampe (Prinzip)

Index	Erklärung
1	Ring an Steuerkupplung
2	Kugel
3	Ring an Hauptkupplung
4	Kraft/Drehmoment aufgrund der Betätigung der Steuerkupplung
5	Bewegung der Kugel der Betätigung der Steuerkupplung
6	Kraft auf die Hauptkupplung

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Der zweite Ring ist gleichzeitig die Druckplatte, die nun auf die Lamellen der Hauptkupplung drückt. Die Außenlamellen sind mit der Eingangswelle der ALL4-Kupplung verbunden, die Innenlamellen mit der Ausgangswelle. So entsteht Kraftschluss zwischen Eingangswelle und Ausgangswelle und es wird Drehmoment von der Gelenkwelle zum Hinterachsgetriebe übertragen. Die Lamellen der Hauptkupplung bewegen sich in Öl, wodurch Verschleiß und Wärmeentwicklung reduziert werden.



Die ALL4-Kupplung ist ein geschlossenes System, das inklusive der Ölfüllung auf Fahrzeuglebensdauer ausgelegt ist. Eine Erneuerung der Ölfüllung im Service ist nicht vorgesehen.

Wird der Ansteuerstrom des Elektromagneten reduziert, verringert sich auch die Verdrehung der Kugelrampe. Dadurch wiederum geht die Anpresskraft auf die Lamellen der Hauptkupplung zurück und das übertragene Drehmoment ebenfalls. Gänzlich ohne Ansteuerstrom ist die ALL4-Kupplung offen. Diese Eigenschaft wird auch genutzt, um im Falle eines sicherheitsrelevanten Fehlers den Allradantrieb abzuschalten. Die Ansteuerung des Elektromagnets wird elektronisch unterbunden und die ALL4-Kupplung öffnet automatisch in weniger als einer Viertelsekunde. Eine Weiterfahrt ist trotzdem problemlos möglich – lediglich der Allradantrieb ist dann nicht verfügbar.

Durch die Auslegung und die Form der Kugelrampe konnte folgende Gesetzmäßigkeit realisiert werden: Die Größe des übertragenen Drehmoments wächst im gleichen Verhältnis, wie der Ansteuerstrom des Elektromagnets. Daraus ergibt sich eine relativ einfache Ansteuerlogik, die im DSC-Steuergerät untergebracht wird.

Die ALL4-Kupplung enthält keinerlei Sensoren. Der Ansteuerstrom des Elektromagnets wird vom DSC-Steuergerät gemessen. Das übertragene Drehmoment wird rechnerisch ermittelt. Auch die in der Lamellenkupplung herrschende Temperatur wird nicht gemessen sondern über ein Temperaturmodell im DSC-Steuergerät berechnet. Die maximal zulässige Betriebstemperatur der ALL4-Kupplung beträgt 150 °C. Erkennt das Temperaturmodell eine Überschreitung dieses Schwellenwerts, wird die ALL4-Kupplung zum Schutz vor Schädigung geöffnet.



Aufgrund fehlender Sensorik in der ALL4-Kupplung gibt es keinerlei Service-Funktionen zur Inbetriebnahme einer neu eingebauten ALL4-Kupplung.

Sollte sich aufgrund von Weiterentwicklungen eine neue oder geänderte Charakteristik der ALL4-Kupplung ergeben, muss nach dem Tausch eine Kodierung/Programmierung des DSC-Steuergeräts durchgeführt werden. Diagnosesystem und Reparaturanleitung weisen den Service-Mitarbeiter darauf hin.

2.3.4. Hinterachsgetriebe

Einbauort

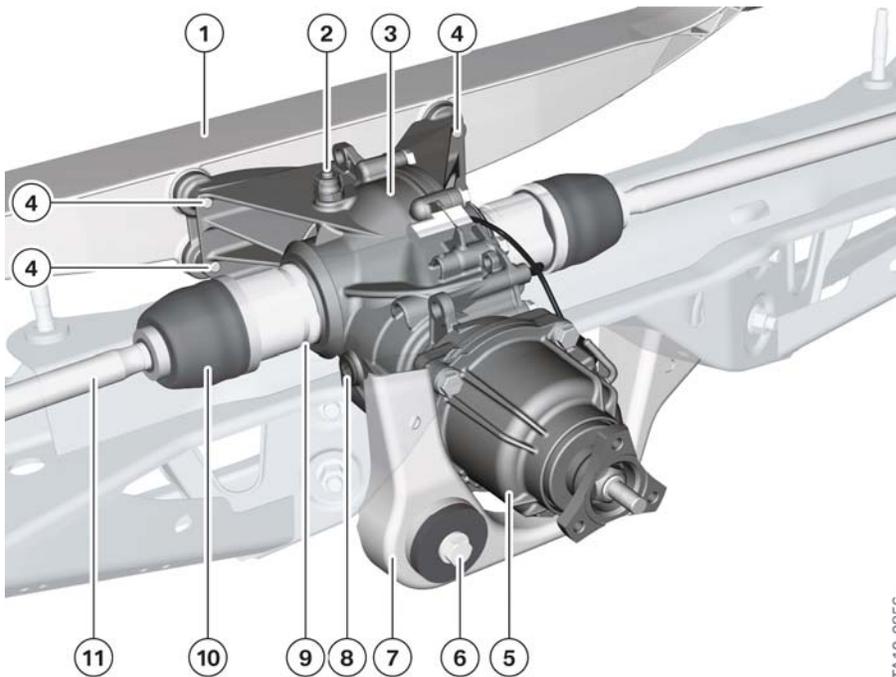
Das Hinterachsgetriebe des Allradantriebs befindet sich direkt hinter der ALL4-Kupplung. Zur Befestigung des Hinterachsgetriebes gibt es einen speziell zu diesem Zweck quer verbauten Träger (dieser entfällt in Fahrzeugen ohne Allradantrieb). Das Hinterachsgetriebe ist mit diesem Querträger starr verschraubt. Der Querträger ist über zwei Gummilager mit der Karosserie verschraubt. Ein dritter Lagerpunkt für das Hinterachsgetriebe befindet sich in Fahrtrichtung vorn am Hinterachsträger. Auch dort wird eine Gummilagerung verwendet, um Geräusche und Vibrationen des Antriebsstrangs von der Fahrzeugkarosserie zu entkoppeln.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.



Für das Lager im Hinterachsträger wird zum Herausdrücken ein neues Spezialwerkzeug benötigt.



TA10-0856

Einbauort Hinterachsgetriebe

Index	Erklärung
1	Querträger für Hinterachsgetriebe
2	Entlüftung
3	Hinterachsgetriebe
4	Verschraubung des Hinterachsgetriebes mit dem Querträger (4x)
5	ALL4-Kupplung
6	Verschraubung des Hinterachsgetriebes mit dem Hinterachsträger (mit Gummilager)
7	Hinterachsträger
8	Kontroll- und Einfüllschraube
9	Nut für Spezialwerkzeug zum Abziehen der Abtriebswelle
10	Staubschutzmanschette
11	Abtriebswelle

Die Abtriebswellen hinten sind in das Hinterachsgetriebe gesteckt. Zum Ausbauen wird ein Spezialwerkzeug (Abzieher) benötigt, das in dafür vorgesehene Nuten greift.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.

Aufbau und Funktionsweise

Das Hinterachsgetriebe in einem MINI Countryman mit Allradantrieb hat ähnlich wie das Vorderachsgetriebe folgende Aufgaben:

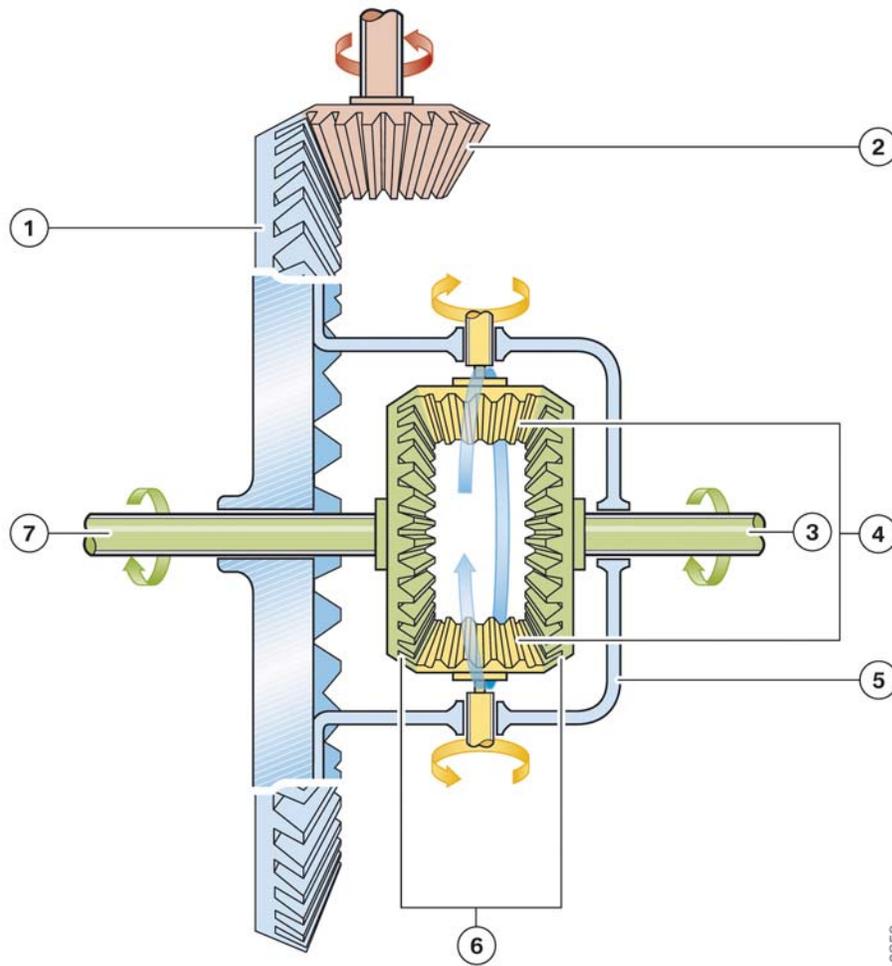
- Wirkrichtung der Kraft bzw. des Drehmoments um 90° drehen
- Übersetzung (Drehzahlanpassung)
- Drehzahlausgleich zwischen linkem und rechtem Rad
- Verteilung des Antriebsmoments an linkes und rechtes Rad.

Um die Wirkrichtung zu ändern, enthält das Hinterachsgetriebe einen so genannten Winkeltrieb, bestehend aus Kegelrad und Tellerrad. Über das Zahnzahlverhältnis wird auch die Drehzahlanpassung vorgenommen. Das Hinterachsgetriebe des Allradantriebs weist die inverse Übersetzung wie das ALL4-Verteilergetriebe auf. Die Achsübersetzung für Vorderachse und Hinterachse wird allein durch das Vorderachsgetriebe bestimmt und ist somit für beide Achsen gleich. Wären die Achsübersetzungen vorn/hinten unterschiedlich, würde permanent eine Drehzahldifferenz an der ALL4-Kupplung anliegen. Dies wiederum würde zu unnötig hohem Verschleiß und Verlusten führen.

Um den Drehzahlausgleich bei Kurvenfahrt zu ermöglichen und das Antriebsmoment zu verteilen, besteht das Hinterachsgetriebe weiterhin aus einem Differenzial (Ausgleichsgetriebe), dessen prinzipieller Aufbau in der nachfolgenden Grafik dargestellt ist.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.



TA10-0859

Prinzipdarstellung Differenzial

Index	Erklärung
1	Tellerrad
2	Kegelrad
3	Abtriebswelle rechts
4	Ausgleichsräder
5	Ausgleichskorb
6	Abtriebsräder
7	Abtriebswelle links

Die Zahnräder des Hinterachsgetriebes laufen in Öl, um Schmierung und Kühlung sicherzustellen. Das Hinterachsgetriebeöl und die Komponenten des Hinterachsgetriebes selbst sind auf Fahrzeuglebensdauer ausgelegt. Deshalb gibt es für das Hinterachsgetriebeöl keine Ablassschraube, jedoch eine Kontroll- und Einfüllschraube, die in der Grafik im Kapitel Einbauort sichtbar ist.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

2. Allradantrieb ALL4.



Beim Ausbauen oder Einbauen von Komponenten oder beim Erneuern eines Wellendichtrings können geringe Mengen des Hinterachsgetriebeöls austreten. Nach den Arbeiten muss der Ölstand kontrolliert werden. Dafür ist die Kontroll- und Einfüllschraube zu verwenden.

Das Hinterachsgetriebeöl ist identisch mit dem für das ALL4-Verteilergetriebe.

2.4. Servicehinweise

2.4.1. Bremsenprüfstand

Der Betrieb eines R60 mit Allradantrieb auf einem Bremsenprüfstand ist problemlos möglich, auch wenn es sich um einen Bremsenprüfstand mit nur 2 Rollen handelt. Voraussetzung ist selbstverständlich, dass der Nullgang des Schaltgetriebes eingelegt wurde bzw. das Automatikgetriebe sich in der Stellung Neutral befindet.

Die Software der Allradsteuerung erkennt den Prüfstandsbetrieb und lässt die ALL4-Kupplung geöffnet, allerdings nur bis zu einer Fahrgeschwindigkeit von 7 km/h. Diese Obergrenze für die Rollengeschwindigkeit ist unbedingt einzuhalten. Andernfalls kann es zu einer Überlastung der Antriebsstrangkomponenten oder zum Herauspringen des Fahrzeugs aus dem Bremsenprüfstand kommen.

2.4.2. Abschleppen

Beim Abschleppen eines MINI Countryman mit Allradantrieb sind folgende Besonderheiten zu beachten.

Abschleppen mit Abschleppstange oder Abschleppseil

Fahrzeuge mit Schaltgetriebe dürfen mit Abschleppstange oder Abschleppseil abgeschleppt werden. Fahrzeuge mit Automatikgetriebe dürfen auf diese Weise nicht abgeschleppt werden. Die in der Betriebsanleitung angegebenen Hinweise sind zu berücksichtigen.

Abschleppen mit Abschleppwagen

R60 Fahrzeuge mit Allradantrieb dürfen **nicht** mit angehobenen Vorderrädern abgeschleppt werden. Es ist statt dessen nur zulässig, einen MINI Countryman mit Allradantrieb auf der Ladefläche eines Abschleppwagens zu transportieren.

Der Grund für diese Einschränkung ist, dass während des Abschleppen mit angehobenen Vorderrädern permanent eine hohe Differenzdrehzahl zwischen Hinterachse und Vorderachse anliegen würde. Obwohl die ALL4-Kupplung stromlos offen ist, gibt es prinzipbedingt einen minimalen Kraftschluss zwischen Eingangswelle und Ausgangswelle. Dies stellt für den normalen Fahrbetrieb keinerlei Nachteil dar, weil die Differenzdrehzahl dort minimal ist. Beim Abschleppen mit der dann herrschenden großen Differenzdrehzahl würde sich die ALL4-Kupplung unzulässig stark erhitzen und zerstört werden.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

3. Fahrwerk.

Die Achsen und weiteren Fahrwerkskomponenten des R60 sind prinzipiell von den anderen MINI Baureihen R55, R56 und R57 bekannt. Demzufolge ist die Vorderachse als Eingelenk-Federbeinachse und die Hinterachse als Zentralenkerachse ausgeführt. Hier wird lediglich ein Überblick wichtiger Fahrwerksdaten gegeben sowie auf die wesentlichen Neuerungen und Unterschiede zu den bekannten MINI Baureihen hingewiesen:

- Detail-Modifikationen an den Achsen
- Elektromechanische Servolenkung
- Räder/Reifen
- Bremssystem.

3.1. Fahrwerksdaten

3.1.1. Vergleich R56/R60

In der nachfolgenden Tabelle werden die Fahrwerksdaten des Modells MINI Cooper der Baureihe R60 mit denen der Baureihe R56 verglichen. Die in der Tabelle angegebenen Werte gelten für das Serienfahrwerk und die Basisbereifung. Die Werte können von denen abweichen, die für Fahrzeuge mit der Sonderausstattung "Sportliche Fahrwerksabstimmung" (SA 226) oder anderer Bereifung gelten.

	R56 MINI Cooper	R60 MINI Cooper Countryman
Basisbereifung	175/65 R15 84H	205/60 R16 92H
Basisfelgen	5,5 J x 15	6,5 J x 16
Einpresstiefe [mm]	45	46
Vorderachse		
Spurweite [mm]	1459	1537
Höhenstand [mm] *)	573	618
Gesamtvorspur [mm]	12' ± 5'	18' ± 10'
Sturz	-30' ± 25'	-30' ± 25'
Nachlaufstrecke [mm]	13,3	14,0
Nachlaufwinkel	4° 3'	3° 59'
Lenkrollradius [mm]	-2,3	-13,5
Spurdifferenzwinkel	1° 49' ± 30'	1° 41' ± 30'
Spreizungswinkel	11° 35' ± 30'	12° 16' ± 30'
Durchmesser Stabilisator [mm]	21,5	22
Hinterachse		
Spurweite [mm]	1466	1564
Höhenstand [mm] *)	556	610

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

3. Fahrwerk.

	R56 MINI Cooper	R60 MINI Cooper Countryman
Gesamtvorspur [mm]	24' ± 8'	20' ± 8'
Sturz	-1° 45' ± 20'	-1° 45' ± 20'
Durchmesser Stabilisator [mm]	16	16

*) Messung des Höhenstands wie zur Vorbereitung der Achseinstellung, siehe auch Reparaturanleitung: Messung von der Unterkante des Felgenhorns bis zum Radhaus.

3.1.2. Ausstattungen

Das Fahrwerk eines MINI Countryman Cooper S ist passend zur sportlichen Ausrichtung dieses Modells straffer abgestimmt als die Fahrwerke der anderen MINI Countryman Modelle. Alle Modelle weisen aber (bei gleicher Felgenreife) den gleichen Höhenstand auf.

Grundsätzlich gibt es zwei Ausstattungen im Fahrwerksbereich des R60:

- Serienfahrwerk
- Sportliche Fahrwerksabstimmung (SA 226).

Die sportliche Fahrwerksabstimmung enthält straffer abgestimmte Federn und Stoßdämpfer und bewirkt eine Fahrzeugtieferlegung um 10 mm. Außerdem weisen Fahrzeuge mit sportlicher Fahrwerksabstimmung andere Durchmesser der Stabilisatoren als mit Serienfahrwerk auf.

Stabilisator-Durchmesser	Serienfahrwerk	Sportliche Fahrwerksabstimmung
Vorderachse [mm]	22	23
Hinterachse [mm]	16	17

Die Stabilisatoren der sportlichen Fahrwerksabstimmung sind also steifer als die des Serienfahrwerks.

3.2. Achsen

Sowohl für die Vorderachse als auch für die Hinterachse gilt, dass für nahezu alle Schraubverbindungen eigene, R60 spezifische Anziehdrehmomente einzuhalten sind. Dies gilt auch für einige Fahrwerksbauteile, die beispielsweise vom R55 übernommen wurden.



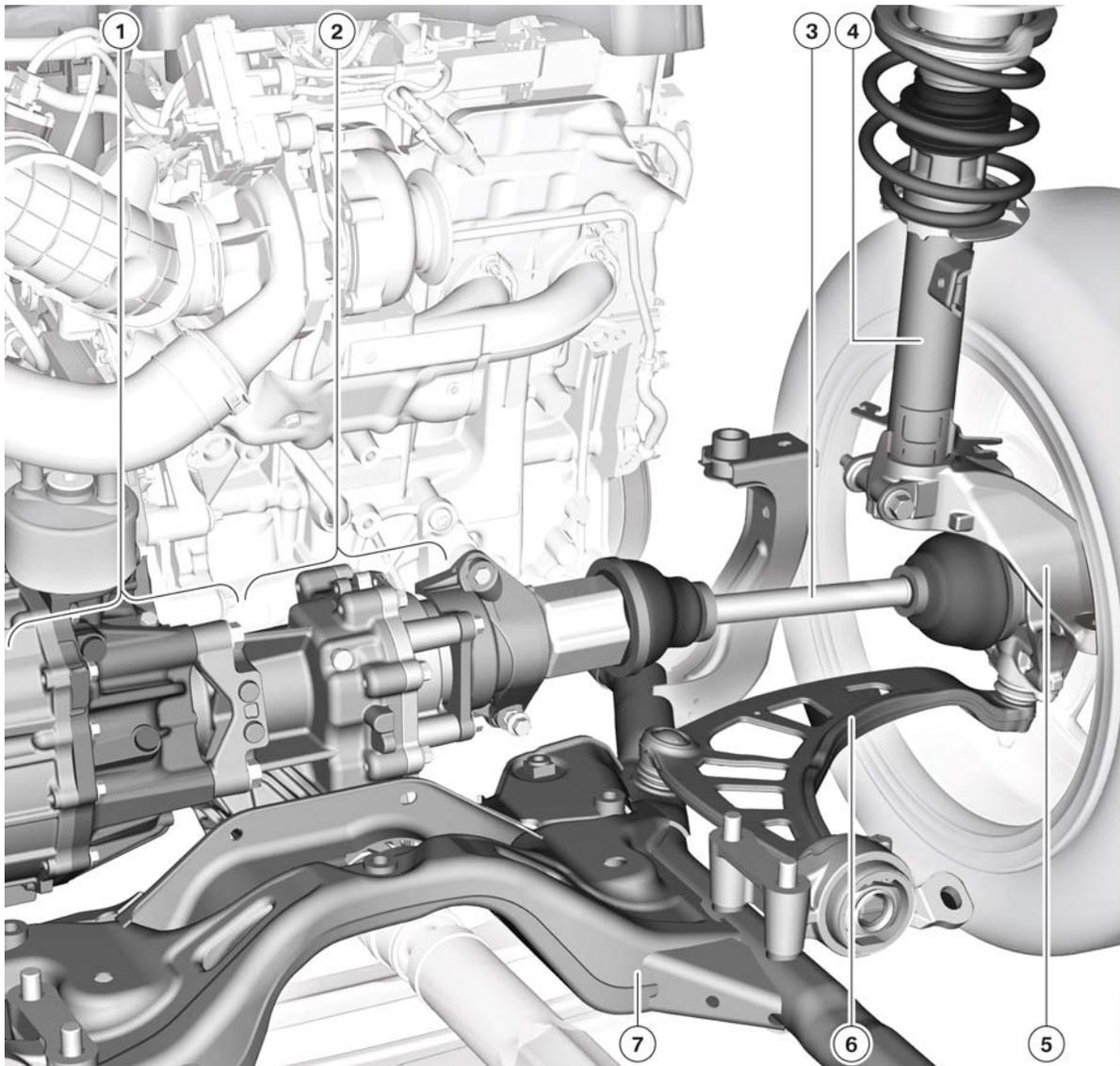
Es gelten R60 spezifische Anziehdrehmomente für Schraubverbindungen im Fahrwerksbereich, die der Reparaturanleitung zu entnehmen sind. Die Anziehdrehmomente anderer MINI Baureihen dürfen nicht im R60 Fahrwerk verwendet werden.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

3. Fahrwerk.

3.2.1. Vorderachse

Die Komponenten der Eingelenk-Federbeinvorderachse wurden an das höhere Fahrzeuggewicht und die geänderte Fahrwerksgeometrie angepasst. Die nachfolgende Grafik gibt eine Übersicht über wichtige Komponenten der Vorderachse und deren Schnittstellen zum Antrieb.



Übersicht Vorderachse

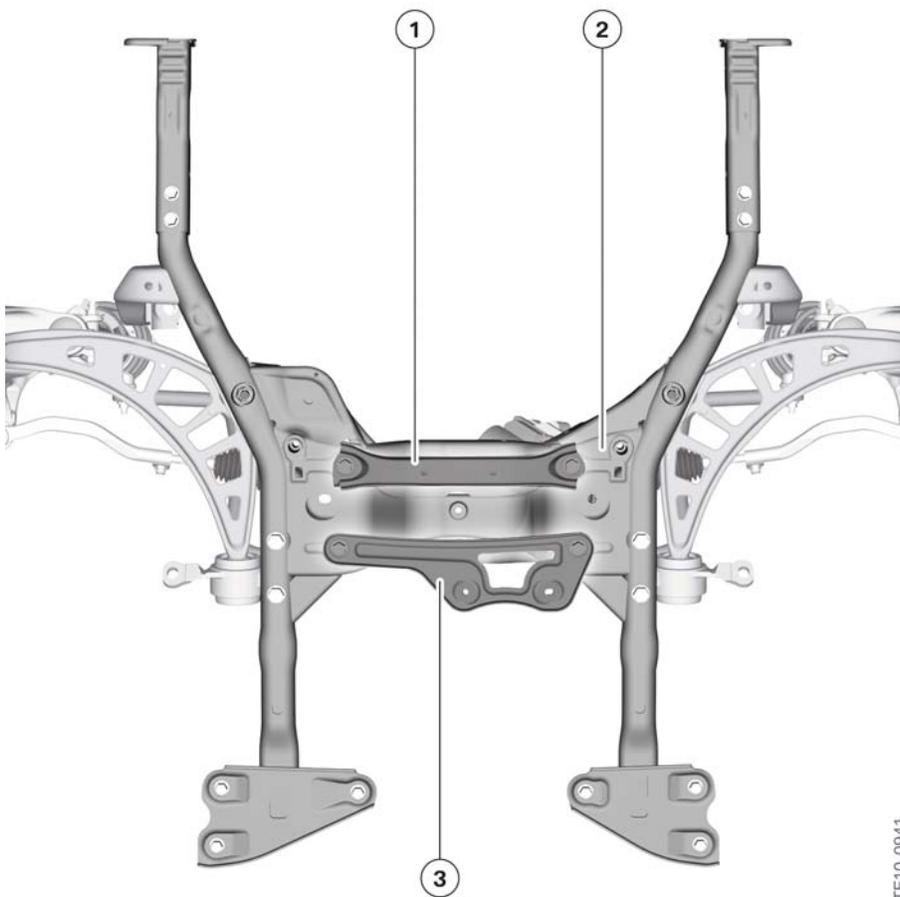
TF10-0936

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

3. Fahrwerk.

Index	Erklärung
1	Schaltgetriebe/Automatikgetriebe mit integriertem Vorderachsgetriebe
2	ALL4-Verteilergetriebe
3	Abtriebswelle vorn rechts
4	Federbein
5	Radträger
6	Querlenker
7	Vorderachsträger

Die Verschraubung des Querlenkers ist im R60 von unten zugänglich und damit für den Service-Mitarbeiter leichter zugänglich. Eine weitere für den Service-Mitarbeiter wichtige Modifikation an der Vorderachse sind zwei zusätzliche Querstreben, die unten am Vorderachsträger montiert sind. Diese Querstreben verbinden die linke und die rechte Hälfte des Vorderachsträgers und stellen dessen geforderte Steifigkeit sicher.



Vorderachsträger R60, Ansicht von unten

TF10-0941

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

3. Fahrwerk.

Index	Erklärung
1	Querstrebe vorn
2	Vorderachsträger
3	Querstrebe hinten



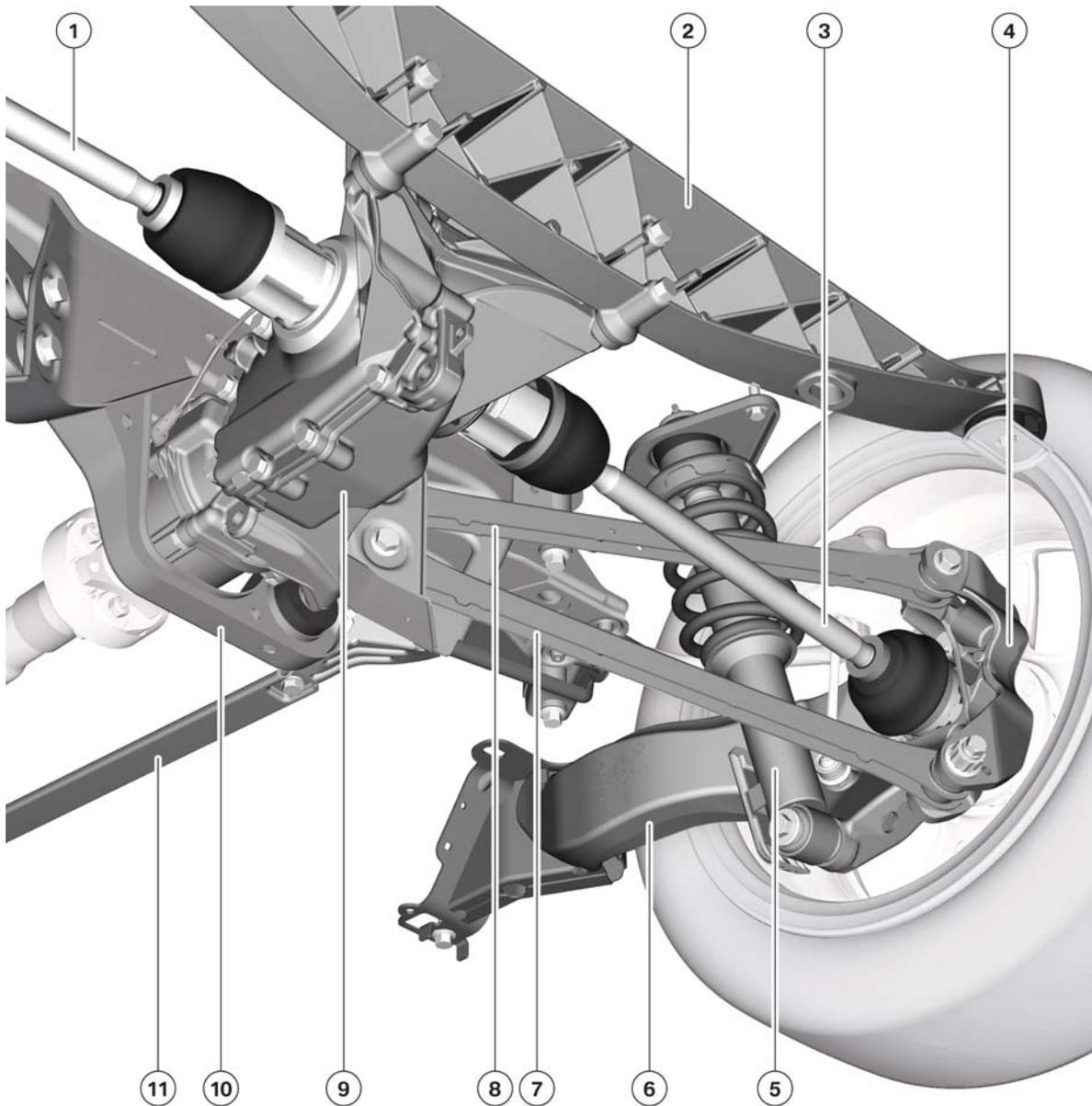
Ein R60 darf nur mit den am Vorderachsträger montierten Querstreben bewegt werden. Andernfalls könnte der Vorderachsträger beschädigt werden.

3.2.2. Hinterachse

Die Zentrallenker-Hinterachse des R60 ist in der nachfolgenden Grafik dargestellt. Aus dieser Grafik geht hervor, dass die Hinterachse wegen des Allradantriebs erweitert wurde: Ein zusätzlicher Querträger für das Hinterachsgetriebe wurde integriert. Eine weitere Änderung an der Hinterachse hängt nicht mit dem Allradantrieb zusammen: Die Verschraubung des oberen Querlenkers wurde gedreht und ist jetzt leichter zugänglich.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

3. Fahrwerk.



TF10-0935

Übersicht Hinterachse

Index	Erklärung
1	Abtriebswelle hinten links
2	Querträger für Hinterachsgetriebe
3	Abtriebswelle hinten rechts
4	Radträger
5	Federbein
6	Längslenker
7	Querlenker unten

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

3. Fahrwerk.

Index	Erklärung
8	Querlenker oben
9	Hinterachsgetriebe
10	Hinterachsträger
11	Längsstrebe

Radträger und Längslenker sind wie schon im R56 ein Bauteil, die in der Legende aufgrund ihrer unterschiedlichen Aufgaben getrennt aufgeführt wurden. Die Längsstrebe ist nur in Fahrzeugen mit Allradantrieb verbaut, um das an der Hinterachse wirkende Antriebsmoment an der Fahrzeugkarosserie abzustützen.

3.3. Lenkung

Im MINI Countryman kommt prinzipiell die gleiche elektromechanische Servolenkung EPS zum Einsatz wie in den anderen aktuellen MINI Baureihen. Ihre Bauteile und Funktionen sind ausführlich in der Produktinformation "Elektromechanische Servolenkung R56" beschrieben. Hier wird nur auf die R60-spezifischen Änderungen an der elektromechanischen Servolenkung eingegangen:

- Mechanische Bauteile
- Leistungssteigerung des Elektromotors
- Geänderter Lenkmomentsensor
- Funktion zur Kompensation von Antriebseinflüssen auf die Lenkung.

Die im Vergleich zu den bekannten MINI Baureihen geänderte Fahrwerksgeometrie des R60 bedingt selbstverständlich auch geometrisch veränderte mechanische Bauteile mit sich. Das Lenkgetriebe selbst aber beispielsweise auch die Spurstangen wurden für den R60 modifiziert.



Für den R60 bestimmte Spurstangen dürfen nicht in Fahrzeuge einer anderen MINI Baureihe (R55, R56, R57) eingebaut werden. Hier besteht Verwechslungsgefahr, weil sie sich zwar montieren ließen, jedoch nicht für den Betrieb in einer anderen MINI Baureihe ausgelegt sind.

Aufgrund des höheren Fahrzeuggewichts des R60 im Vergleich zu den anderen MINI Baureihen (+ ca. 200 kg) erhöht sich auch die Achslast an der Vorderachse. Damit steigt auch die Widerstandskraft, die von den Rädern speziell beim Lenken im Stand ausgeht. Damit die Kräfte am Lenkrad für den Fahrer weiterhin auf einem komfortabel niedrigen Niveau bleiben, musste die Lenkkraftunterstützung erhöht werden. Dafür musste der Elektromotor in seiner Leistung gesteigert werden. Deshalb unterscheiden sich die Lenkungsteile des R60 von denen in den anderen MINI Baureihen.

Im Sinne einer kontinuierlichen Weiterentwicklung erhält die EPS im R60 einen geänderten Lenkmomentsensor. Der Lenkmomentsensor arbeitet nicht mehr wie bisher induktiv sondern nach dem Hall-Prinzip. Diese Hardware-Änderung fließt auch in die anderen MINI-Baureihen R55, R56 und R57 zeitgleich mit dem Lifecycle-Impuls ein. Die Änderung hat keine Auswirkungen auf die Funktion oder auf Service-Arbeiten an der elektromechanischen Servolenkung. EPS-Lenkgetriebe mit neuem Hall-Lenkmomentsensor für den R55/R56/R57 sind rückwärtskompatibel. Sie können z. B. im Rahmen einer Unfallreparatur auch in ältere Fahrzeuge eingebaut werden. Ein EPS-Lenkgetriebe für den R60 darf aber nicht in einen R55/R56/R57 eingebaut werden und umgekehrt.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

3. Fahrwerk.

Besonders bei den drehmomentstarken Antrieben des MINI Countryman kann es beim starken Beschleunigen zu links und rechts unterschiedlich großen Antriebskräften kommen. Dies führt zu unerwünschten Kräften am Lenkrad, die sich für den Fahrer so darstellen, als ob die Lenkung nach einer Seite zieht. Der Fahrer muss dies durch eine Gegenkraft kompensieren, um das Fahrzeug auf Kurs zu halten. In der elektromechanischen Servolenkung des MINI Countryman gibt es eine Funktion zur Kompensation dieser Antriebseinflüsse auf die Lenkung. Dazu wird der Elektromotor der EPS entgegen der unerwünschten Lenkkräft angesteuert. Dazu benötigt die Funktion folgende Eingangssignale:

- Lenkradwinkel
- Lenkmoment
- Antriebsmoment bzw. Antriebskraft am Rad.

Besonders anhand des Lenkradwinkels und des Lenkmoments wird entschieden, in welche Richtung und in welcher Stärke der Elektromotor angesteuert werden muss. Damit die Funktion ordnungsgemäß arbeitet, muss deshalb das vom Schaltzentrum Lenksäule bereitgestellte Sensorsignal "Lenkradwinkel" sehr genau dem tatsächlichen Lenkradwinkel entsprechen. Andernfalls würde die Funktion zur Kompensation von Antriebseinflüssen oder die aktive Lenkradrückstellung auf einen falschen Zielwert steuern. Dies könnte zu Kundenbeanstandungen führen.



Speziell bei Fahrzeugen mit der EPS-Funktion zur Kompensation von Antriebseinflüssen auf die Lenkung ist bei folgenden Arbeiten besondere Sorgfalt und Genauigkeit anzuwenden:

- Abgleich des Lenkwinkelsensors
- Herstellen der Geradeausstellung während der Achseinstellung.

Eine Genauigkeit von höchstens $\pm 2^\circ$ Lenkradwinkel um die Nulllage ist hier zulässig.



Alle MINI Modelle der Baureihen R60 (ab Markteinführung) und R55/R56/R57 (ab Lifecycle-Impuls) weisen die neue EPS-Funktion zur Kompensation von Antriebseinflüssen auf.

3.4. Räder/Reifen

Für den MINI Countryman wurde ein neues Räder/Reifen Angebot zusammengestellt, so dass Design und Radgröße optimal zum Gesamtfahrzeug passen. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Basisbereifung und die Basisfelgen des jeweiligen MINI Countryman Modells.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

3. Fahrwerk.

	One One D	Cooper Cooper D	Cooper S	Cooper D ALL4 Cooper S ALL4
Basisbereifung	205/60 R16 92H	205/60 R16 92H	205/55 R17 91V RSC	205/55 R17 91V RSC
Basisfelgen	6,5J x 16	6,5J x 16	7J x 17	7J x 17
Felgenmaterial	Stahl	Leichtmetall	Leichtmetall	Leichtmetall
Einpresstiefe [mm]	46	46	50	50

Wie aus der Tabelle hervorgeht, gibt es für den MINI Countryman sowohl Reifen ohne als auch mit Notlaufeigenschaften (auch als "Runflat System Component", kurz "RSC" bezeichnet). Reifen mit Notlaufeigenschaften sind erst ab der Felgenreöße 17 Zoll erhältlich. R60 Fahrzeuge mit Allradantrieb erhalten automatisch Reifen mit Notlaufeigenschaften.

Wird ein MINI Countryman ab Werk mit Reifen ohne Notlaufeigenschaften ausgestattet, erhält er automatisch das MINI Mobility Kit. Damit kann der Kunde im Falle einer Reifenpanne den defekten Reifen notdürftig befüllen (Reifendichtmittel und Druckluft), um eine Weiterfahrt zum nächsten MINI Servicebetrieb zu ermöglichen. Das MINI Mobility Kit ist in einer Mulde unter dem Fahrersitz untergebracht. Auch einen Wagenheber inklusive Keil kann der Kunde als Sonderausstattung (SA 5DD) bestellen, der im Gepäckraum untergebracht wird.

Die maximale als Sonderausstattung ab Werk erhältliche Reifengröße beträgt 225/45 R18 91V RSC auf 7,5J x 18 Leichtmetallfelgen.

Technisch unterscheiden sich die Felgen des R60 von denen der anderen MINI Baureihen: R60 Felgen werden 5fach mit M14 Schrauben befestigt, wohingegen die R55/R56/R57-Felgen mit 4 M14 Schrauben befestigt wurden. Auch um eine Verwechslungsgefahr auszuschließen, wurden die Durchmesser der Radnabenzentrierung der R60 Felgen unterschiedlich zu denen im R55/R56/R57 gewählt. Der Durchmesser der Radnabenzentrierung beträgt

- 56 mm in R55/R56/R57 Fahrzeugen und
- 72,5 mm in R60 Fahrzeugen.

Eine Mischbereifung mit unterschiedlichen Reifengrößen an Vorderachse und Hinterachse ist bei Fahrzeugen mit Allradantrieb **nicht** zulässig. Selbst Reifen mit gleicher Größe aber von unterschiedlichen Herstellern können zu Problemen bei allradgetriebenen R60 Fahrzeugen führen. Der Grund dafür ist in beiden Fällen der unterschiedlich große Reifenabrollumfang. Dieser würde zu unterschiedlichen Drehzahlen an Vorderachse und Hinterachse führen, was wiederum Schlupf und Verlustleistung in der ALL4-Kupplung zur Folge hat. Dies kann zu einer Überlastung der ALL4-Kupplung führen, weshalb nur die von MINI freigegebenen Rad/Reifen-Kombinationen verwendet werden dürfen.

3.5. Bremssystem

Im R60 kommt prinzipiell das gleiche Bremssystem zum Einsatz wie in den bereits bekannten MINI Baureihen. Die wichtigsten Merkmale des Bremssystems sind:

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

3. Fahrwerk.

- Zweikreisiges Bremssystem mit diagonaler Bremskreisaufteilung
- Innenbelüftete Scheibenbremsen mit Schwimmkolben-Bremssattel vorn
- Scheibenbremsen mit Schwimmkolben-Bremssattel und integrierter Feststellbremse hinten
- Dynamische Stabilitäts-Control als Serienausstattung
- Elektronische Bremskraftverteilung EBV um die Bremsleistung an der Hinterachse maximal aus zu nutzen
- Cornering Brake Control CBC für maximale Fahrstabilität beim Bremsen in Kurven.

Die Dimensionen der Scheibenbremsen wurden an das höhere Fahrzeuggewicht des R60 im Vergleich zum R56 angepasst. Die nachfolgend angegebenen Dimensionen der Bremsscheiben gelten zum Zeitpunkt der Markteinführung und können sich abhängig von Länderausführungen und Optimierungen während der Produktlaufzeit ändern:

	MINI One, One D Countryman MINI Cooper, Cooper D Countryman	MINI Cooper S Countryman
Bremsscheibe vorn		
Durchmesser [mm]	294	307
Dicke [mm]	22	24
Bremsscheibe hinten		
Durchmesser [mm]	280	280
Dicke [mm]	10	10

Das Bremssystem des R60 weist aber auch **zwei Besonderheiten** auf, die sich vom Bremssystem der anderen MINI Baureihen unterscheiden:

- Bremsbelagverschleißsensoren
- Betätigung der Feststellbremse.

Auf diese Besonderheiten wird in den nachfolgenden Kapiteln eingegangen.

3.5.1. Bremsbelagverschleißsensoren

Wie in den anderen MINI Baureihen auch, weist auch der R60 zwei **Bremsbelagverschleißsensoren** auf, die in den äußeren Bremsbelag am linken Vorderrad und am rechten Hinterrad gesteckt sind. Die Besonderheit der Bremsbelagverschleißsensoren im R60 ist, dass sie **einstufig** anstatt zweistufig ausgeführt sind. Sie weisen also nur eine Leiterschleife auf, die mit zunehmendem Verschleiß des Bremsbelags mit abgeschliffen wird. Die bisher verwendeten zwei Leiterschleifen waren zur Verbesserung der Genauigkeit des Rechenmodells nötig, mit dem die Restwegstrecke bestimmt wird. Je nachdem, welche Leiterschleife(n) noch intakt waren, liefert der zweistufige Bremsbelagverschleißsensor verschiedene Widerstandswerte zurück.

Durch ständige Weiterentwicklung konnte das Rechenmodell so stark verbessert werden, dass die gleiche Genauigkeit in der Berechnung der Restwegstrecke mit nur einer Stützstelle (einer Leiterschleife) erreicht werden konnte.

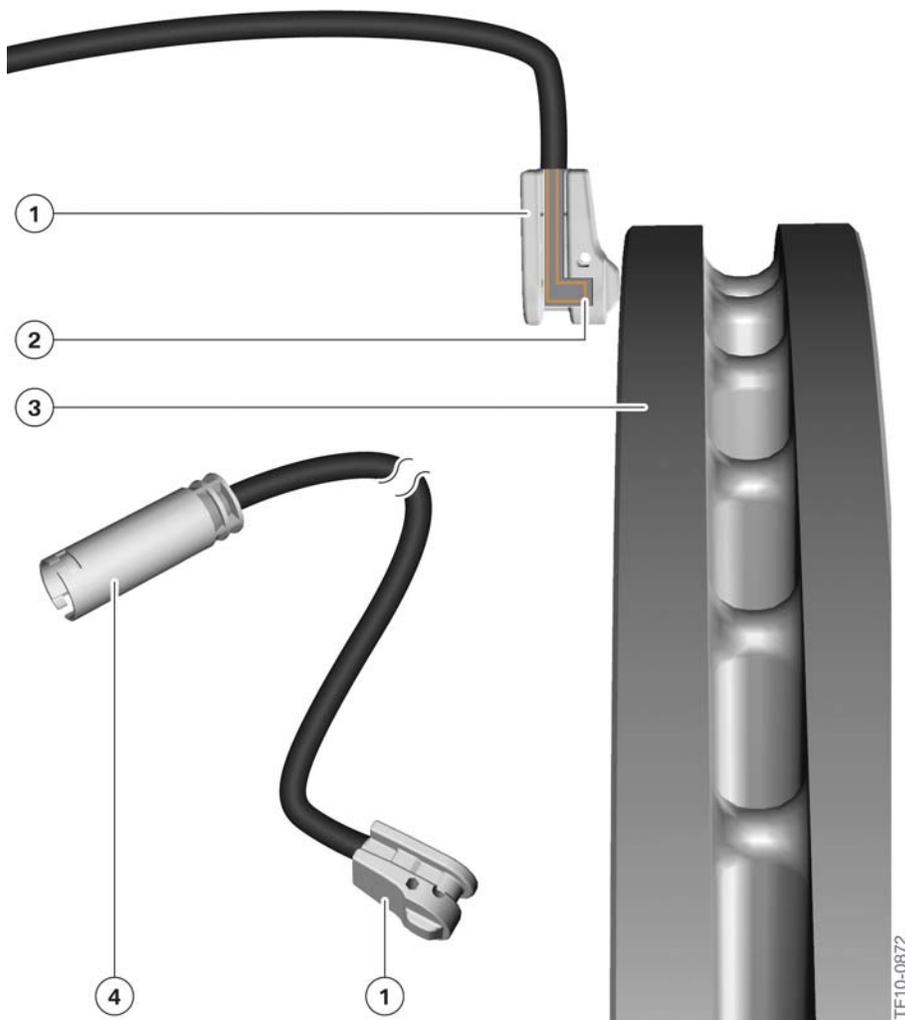
Der Bremsbelagverschleißsensor im R60 enthält keinen eingebauten Widerstand. Dementsprechend liefert er folgende Messwerte zurück:

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

3. Fahrwerk.

- Widerstandswert theoretisch 0 Ω (praktisch kleiner als 5 Ω) bei neuwertigen Bremsbelägen
- Widerstandswert theoretisch unendlich groß (praktisch größer als 100 k Ω) bei Erreichen der Verschleißstufe.

Eine Verwechslung der einstufigen und der zweistufigen Bremsbelagverschleißsensoren ist ausgeschlossen, weil sie verschiedene Gehäuseabmessungen aufweisen.



Bremsbelagverschleißsensor R60

Index	Erklärung
1	Gehäuse
2	Leiterschleife
3	Bremsscheibe
4	Stecker

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

3. Fahrwerk.



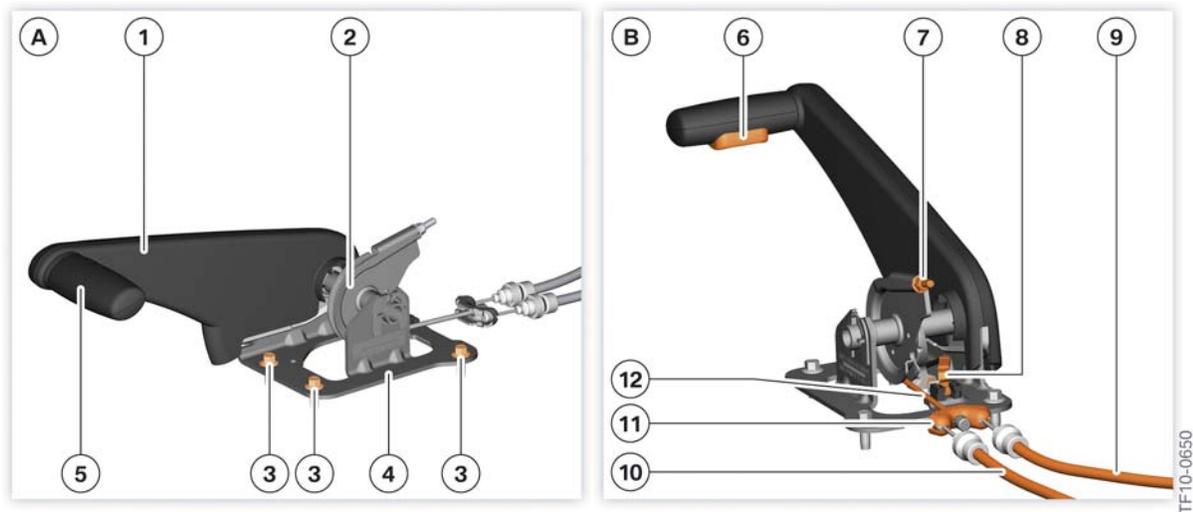
Bei Erneuerung von Bremsbelägen ist auch der Bremsbelagverschleißsensor zu erneuern, wenn dieser sichtbare Verschleißspuren aufweist.



Die Änderung von zweistufigen auf einstufige Bremsbelagverschleißsensoren betrifft nicht nur R60 Fahrzeuge, sondern auch R55/R56/R57 Fahrzeuge ab dem Lifecycle-Impuls.

3.5.2. Betätigung Feststellbremse

Der Betätigungshebel für die Feststellbremse fügt sich optimal in die Innenausstattung des MINI Countryman ein. Seine Form ist durch die Center Rail bedingt, die einen gewöhnlichen Betätigungshebel nicht zulassen würde. Die Form erinnert an Betätigungselemente in einem Flugzeug und verleiht dem Interieur des MINI Countryman zusätzlich einen futuristischen Designindruck.



Betätigungshebel Feststellbremse R60

Index	Erklärung
A	Ansicht von links vorne
B	Ansicht von hinten
1	Hebel
2	Umlenkeinheit
3	4 Befestigungsschrauben (Bodenplatte – Fahrzeugkarosserie)
4	Bodenplatte
5	Griff
6	Entriegelungsknopf
7	Spanneinrichtung zum Längenausgleich

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

3. Fahrwerk.

Index	Erklärung
8	Feststellbrems-Warnschalter
9	Bowdenzug zur Radbremse hinten rechts
10	Bowdenzug zur Radbremse hinten links
11	Waagebalken
12	Stahlseil zur Umlenkeinheit



Bei der Einstellung der Feststellbremse im R60 sowie beim Ausbauen und Einbauen des Betätigungshebels ist nach Reparaturanleitung vorzugehen. Prinzipiell unterscheidet sich der Ablauf dieser Arbeiten aber nicht vom R56.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

4. Dynamische Stabilitäts-Control DSC.

Die dynamische Stabilitäts-Control DSC war zur Markteinführung des R56 noch eine Sonderausstattung. Mittlerweile ist sie für alle MINI Baureihen (R56, R55, R57) sowie auch für den neuen R60 Serienausstattung. Mit der dynamischen Stabilitäts-Control steht dem MINI Kunden ein intelligentes Fahrdynamiksystem zur Seite, das in erster Linie die Fahrsicherheit bei dynamischen Fahrmanövern erhöht, aber auch den Komfort erhöht.

4.1. Funktionen

4.1.1. Verfügbare Modi

In der Grundausstattung kann der Kunde zwischen zwei Modi "DSC ein" und "DSC aus" umschalten.

Als Sonderausstattung (SA 5DT) kann der Kunde die Funktion "Dynamische Traktions-Control DTC" bestellen. Dann hat er/sie die Wahl zwischen drei DSC-Modi: "DSC ein", "Traction", "DSC aus". Mit in diese Sonderausstattung integriert ist die Funktion einer Differenzialsperre (Elektronische Differential Lock Control EDLC), die auch bei ausgeschaltetem DSC Bremseneingriffe an den Antriebsrädern durchführt.

4.1.2. Funktionsumfang

Die in der nachfolgenden Tabelle genannten Teilfunktionen sind ausführlich in der Produktionformation "Fahrdynamiksysteme R56" beschrieben. Die Tabelle soll stattdessen zeigen, welche Funktion in welchen DSC-Modi aktiv ist. Lediglich die Funktionsweise der Anhänger-Stabilisierungskontrolle und der neuen "Elektronischen Differential Lock Control" werden in den nachfolgenden Kapitel beschrieben .

DSC-Modus	DSC ein	DTC "Traction"	DSC aus
DSC-Funktion			
Elektronische Bremskraftverteilung EBV	aktiv	aktiv	aktiv
Antiblockiersystem ABS	aktiv	aktiv	aktiv
Cornering Brake Control CBC	aktiv	aktiv	aktiv
Automatische Stabilitäts-Control plus Traktion ASC+T	aktiv	aktiv (auf maximale Traktion optimiert)	inaktiv
Dynamische Stabilitäts-Control DSC	aktiv	aktiv (größere Driftwinkel werden zugelassen)	inaktiv
Dynamische Brems-Control DBC	aktiv	aktiv	aktiv

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

4. Dynamische Stabilitäts-Control DSC.

DSC-Modus	DSC ein	DTC "Traction"	DSC aus
DSC-Funktion			
Anhänger-Stabilisierungskontrolle	aktiv	aktiv	inaktiv
Anfahrassistent AFA	aktiv	aktiv	aktiv
Elektronische Differential Lock Control EDLC	inaktiv	inaktiv	aktiv

4.1.3. Anhänger-Stabilisierungskontrolle

Die Anhänger-Stabilisierungskontrolle unterstützt den Fahrer beim Abfangen von Pendelbewegungen des Anhängers. Damit die Funktion wirksam werden kann, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Fahrgeschwindigkeit größer als ca. 65 km/h
- Anhänger über die Anhängersteckdose erkannt.

Die Anhänger-Stabilisierungskontrolle arbeitet also nicht, wenn der Anhänger lediglich mechanisch an das Fahrzeug gekoppelt wurde, nicht aber elektrisch an der Anhängersteckdose angeschlossen wurde.

Die gefährlichen Pendelbewegungen eines Anhängers erkennt das DSC-Steuergerät durch Auswertung der Signale "Gierrate" und "Lenkradwinkel". Um das Gespann zu stabilisieren, greift DSC durch Begrenzung des Motordrehmoments und durch gezieltes Abbremsen einzelner Räder ein. Durch die Begrenzung des Motordrehmoments wird weiterer Aufbau von Bewegungsenergie verhindert. Die Bremseneingriffe bewirken einerseits eine Verlangsamung des Gespanns, was die Bewegungsenergie reduziert und das Gespann beruhigt. Zusätzlich wirken die radindividuellen Bremseneingriffe der Pendelbewegung entgegen, weil sie ein entgegen gerichtetes Giermoment erzeugen.

Auch diese Stabilisierungsfunktion unterliegt wie alle DSC-Funktionen physikalischen Grenzen und kann nicht alle kritischen Fahrsituationen während des Anhängerbetriebs erkennen und vermeiden. Beispiele: Es ist nicht möglich, einen auf glatter Straße sofort abknickenden Anhänger durch die Anhänger-Stabilisierungskontrolle zu stabilisieren. Bei Anhängern mit hohem Schwerpunkt kann es vorkommen, dass sie bereits kippen, noch bevor eine Pendelbewegung vorliegt, so dass die Anhänger-Stabilisierungskontrolle auch hier nicht rechtzeitig eingreifen kann.

4.1.4. Elektronische Differential Lock Control

Die Elektronische Differential Lock Control EDLC ist aktiv, wenn der Fahrer DSC ausgeschaltet hat. Die Bremseneingriffe der EDLC-Funktion dienen also nicht zur Stabilisierung des Fahrzeugs, sondern zur Verbesserung des Vortriebs.

Dreht ein Antriebsrad durch, kann es keine Antriebskraft mehr auf die Fahrbahn übertragen. Aufgrund des Differenzials zwischen den beiden Antriebsrädern links und rechts herrscht ein Momentengleichgewicht, d. h. auch am nicht durchdrehenden Rad liegt kein nutzbares Antriebsmoment mehr an. Die EDLC-Funktion bremst deshalb das durchdrehende Rad ab. Das Antriebsmoment stützt sich also dort nicht mehr auf der Fahrbahn sondern an der Radbremse ab.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

4. Dynamische Stabilitäts-Control DSC.

An diesem Rad ergibt sich also kein Traktionsvorteil. Dafür bleibt aber das Antriebsmoment am nicht durchdrehenden Antriebsrad erhalten, was die Traktion verbessert. Durch die Bremseneingriffe der EDLC-Funktion wird die Funktion einer Differenzialsperre nachgebildet.

4.2. Anzeige und Bedienung

4.2.1. Neue Symbolik

Aufgrund gesetzlicher Vorgaben sind alle Kraftfahrzeughersteller verpflichtet, eine weltweit und über alle Hersteller einheitliche Symbolik für Stabilitätsregelsysteme zu verwenden. In MINI Fahrzeugen betrifft dies die Symbolik für die dynamische Stabilitäts-Control in zweierlei Hinsicht:

- Anzeige – Kontrollleuchte, Check-Control-Symbol und ergänzende Hinweise im Central Information Display
- Bedienung – DSC-Taster.

Folgende Symbole sind als Anzeige in der Instrumentenkombination oder im Central Information Display möglich:

Symbol	Art der Anzeige	Bedeutung
	Kontroll- und Warnleuchte in der Instrumentenkombination	Blinkt, während DSC stabilisierend eingreift
	Check-Control-Symbol in der Instrumentenkombination	Wird angezeigt, wenn DSC vom Kunden ausgeschaltet wurde
	Warnleuchte im Central Information Display	Leuchtet, wenn der Kunde den Modus "Traction" gewählt hat oder wenn der Kunde DSC ausgeschaltet hat
	Check-Control-Symbol in der Instrumentenkombination	Wird angezeigt, wenn ein DSC Systemfehler vorliegt

Der DSC-Taster ist im R60 Bestandteil der Tasterleiste des Schaltzentrums Mittelkonsole. Der DSC-Taster weist nur eine Suchbeleuchtung, jedoch keine Funktionsbeleuchtung auf.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

4. Dynamische Stabilitäts-Control DSC.



TF10-0493

Tasterleiste Schaltzentrum Mittelkonsole

Index	Erklärung
1	Tasterleiste
2	DSC-Taster

Der DSC-Taster weist nicht nur die neue Symbolik auf, sondern zusätzlich auch den Schriftzug “OFF”. Dieser deutet daraufhin, dass der Kunde damit die DSC-Funktion ausschalten kann. Genauer gesagt, kann der Kunde damit den Modus verändern, in dem die dynamische Stabilitäts-Control arbeitet. Die verschiedenen DSC-Modi und ihr Funktionsumfang ist bereits in einer Tabelle dargestellt worden.

Die neue Symbolik für Anzeige- und Bedienelemente setzt mit der Markteinführung des R60 ein und wird schrittweise auch in die anderen MINI Baureihen einfließen.

4.2.2. Umschalten zwischen den Modi

Der Standard-Modus der Dynamischen Stabilitäts-Control nach dem Starten des Fahrzeugs ist “DSC ein”.

Modus “Traction”

Um in den Modus “Traction” zu gelangen, muss der Fahrer den DSC-Taster kurz betätigen. Ausgehend vom Modus “Traction” bewirkt eine erneute Betätigung des DSC-Tasters ein Zurückwechseln in den Standard-Modus “DSC ein”.

Modus “DSC aus”

In den Modus “DSC aus” gelangt man durch lange Betätigung des DSC-Tasters. Dabei ist es unerheblich ob DSC vorher im Modus “DSC ein” oder im Modus “Traction” war. In beiden Fällen führt eine lange Betätigung des DSC-Tasters in den Modus “DSC aus”.

Um den Modus “DSC aus” zu verlassen, genügt eine kurze Betätigung des DSC-Tasters. Dadurch wechselt DSC wieder in den Modus “DSC ein”. Den Modus “Traction” erreicht man ausgehend von “DSC aus” nicht direkt.

R60 Allradantrieb/Fahrdynamik.

4. Dynamische Stabilitäts-Control DSC.

4.2.3. Anzeige der Modi

Die DSC-Modi werden primär in der Instrumentenkombination, also dem Hauptinstrument auf der Lenksäule, dargestellt. Im Zusatzinstrument gibt es dort weitere Anzeigen zum aktuellen DSC-Modus. Nachfolgend ist beispielhaft das Zusatzinstrument mit Central Information Display dargestellt. Fahrzeuge ohne Central Information Display weisen im Zusatzinstrument lediglich eine Kontroll- und Warnleuchte für die DSC-Funktion auf.



Anzeige des DSC-Modus "Traction"

Index	Erklärung
1	Anzeige im Hauptinstrument
2	Anzeige im Zusatzinstrument



Anzeige des DSC-Modus "DSC aus"

Index	Erklärung
1	Anzeige im Hauptinstrument
2	Anzeige im Zusatzinstrument
3	Zusätzlicher Hinweistext im Central Information Display



Bayerische Motorenwerke Aktiengesellschaft
Händlerqualifizierung und Training
Röntgenstraße 7
85716 Unterschleißheim, Germany