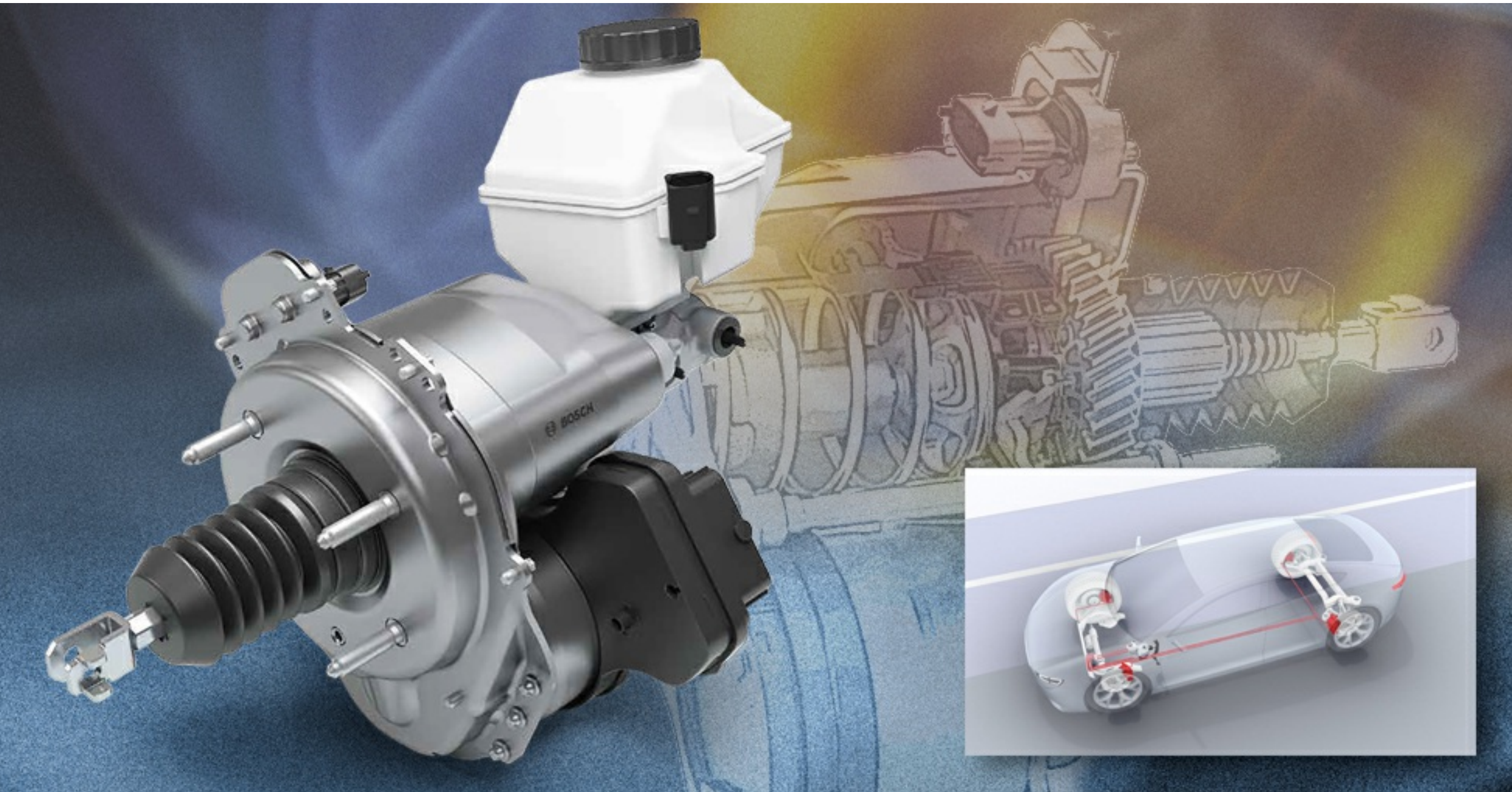


SSP 597 Der elektromechanische Bremskraftverstärker Generation 2

Konstruktion und Funktion



Selbststudienprogramme im neuen Gewand - SSP Gen5

Das Ziel der Selbststudienprogramme, Konstruktion und Funktion möglichst anschaulich zu vermitteln, möchten wir noch besser und interessanter umsetzen. Möglich ist dies mit der neuen Generation von Selbststudienprogrammen, durch die Verwendung browsergestützter Onlinemedien.

Ob Filmsequenzen, interaktive Animationen oder frei drehbare 3D-Objekte, kaum ein Wunsch bleibt offen, um zum Beispiel dynamische Vorgänge zu vermitteln. Hotspots, Mouseover-Funktionen und Seiten mit Reiterarchitektur dienen dazu, interessante Informationen schnell zugänglich zu machen. Der Leser ist dabei jedoch nicht gezwungen, diese aufzurufen, wenn er dies nicht möchte.

Kurzum, der Leser hat viele Möglichkeiten, um frei und ungezwungen im Selbststudienprogramm zu navigieren und sich die Inhalte anzuschauen.

Hinweis:

Die neuen Selbststudienprogramme sind zwar in verschiedenen Ausgabeformaten verfügbar, nur können nicht alle Formate die Fülle der Interaktionsmöglichkeiten der Online-Version abbilden.

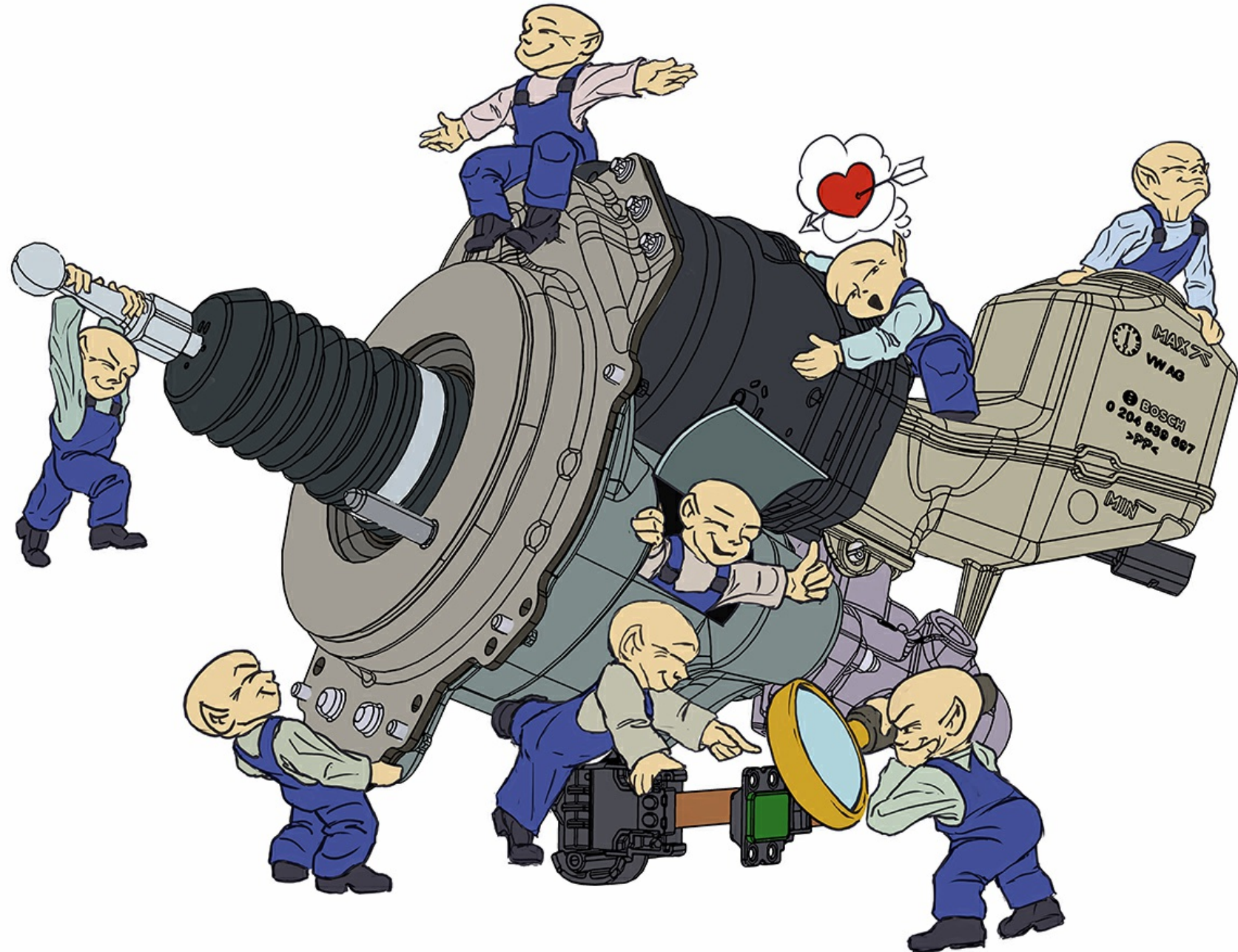
Wir bitten daher um Verständnis, dass interaktive Funktionen in diesen Formaten nicht wiedergegeben werden können.

Genießen Sie die Vielfalt der Interaktionsmöglichkeiten und viel Spaß bei der Lektüre der spannenden Themen, die Ihnen im Rahmen der neuen Selbststudienprogramme angeboten werden.

Intro

Sowohl durch die steigende Anzahl von Elektrofahrzeugen als auch durch die geringen Unterdrücke im Saugrohr moderner Verbrennungsmotoren wurde eine Weiterentwicklung der Systeme zur Bremskraftverstärkung erforderlich. Ergebnis dieser Entwicklung ist der elektromechanische Bremskraftverstärker der Generation 2.

Ein weiterer Zusatznutzen besteht darin, dass durch diesen Bremskraftverstärker das Gesamtgewicht der Bremsanlage verringert und damit der CO₂-Ausstoß bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor weiter gesenkt werden konnte.



Wichtige Hinweise zum
Umgang mit dem SSP Gen5!



Hinweise zur Bedienung

Im Menü unter dem Punkt "Hilfe" finden Sie eine Beschreibung zur Bedienung der neuen Online-Selbststudienprogramme.

Hinweise zum Inhalt

Selbststudienprogramme dienen dazu, die Konstruktion und Funktion von Neuentwicklungen verständlich zu vermitteln. Aktuelle Prüf-, Einstell- und Reparaturanweisungen entnehmen Sie bitte der dafür vorgesehenen Service-Literatur.

Die Inhalte werden nicht aktualisiert.

Rechtlicher Hinweis

Die Inhalte der Selbststudienprogramme sind Eigentum der Volkswagen AG. Sie dürfen nicht ohne Genehmigung der Volkswagen AG an Dritte weitergegeben oder anderweitig zweckentfremdet werden.

Einleitung

Der aus dem e-up! bekannte elektromechanische Bremskraftverstärker (eBKV) wurde zu einer 2. Generation weiterentwickelt.

Technische Merkmale der eBKV Generation 2:

- achsparalleler elektrischer Antrieb
- gewichtssparendes Getriebe mit Kunststoffzahnradern
- Gewichtseinsparung durch Steuergerät mit Kunststoffgehäuse
- vakuumfreie Bremskraftverstärkung
- ohne zusätzlichen Druckspeicher
- Unterstützungskraft bis zu 5,2 kN
- Gewicht von ca. 4,6 kg
- Motorleistung 300 W
- Spannungsbereich 9,8-16 V



Vorteile des eBKV Generation 2



Verwendung des eBKV Generation 2





Vorteile des eBKV Generation 2

- besonders schneller Bremsdruckaufbau bei Fahrerassistenzfunktionen wie beispielsweise dem Front Assist
- hoher Sicherheitszugewinn
- reduziertes Restbremsmoment in Verbindung mit der Radbremse möglich
- komfortables Pedalgefühl
- CO2-Ersparnis durch Gewichtsreduzierung und Entfall der Vakuumpumpe
- hohe Lebensdauer
- geringere Produktionskosten durch Variantenreduzierung
- redundantes Bremssystem zum Electronic Stability Control (ESC)



Verwendung des eBKV Generation 2 in der Serienfertigung

Der eBKV Generation 2 ist für einen hundertprozentigen Plattformeinsatz ausgelegt. Sie ist bereits in folgenden Fahrzeugmodellen im Einsatz:

- Volkswagen Arteon
- Volkswagen Passat PA
- Volkswagen Golf 2020

Seit Ende 2019 wird der eBKV Generation 2 plattformübergreifend bei vielen Neufahrzeugen verbaut.

Der Sicherheitsgewinn durch den eBKV

Der eBKV der Generation 2 vergrößert bei extremen Bremsanforderungen die Wirksamkeit von Fahrerassistenzsystemen, wie beispielsweise dem Front Assist, in möglichen Unfallsituationen durch eine hohe Druckaufbaudynamik. Dies kann durch herkömmliche, unterdruckbasierte Systeme nicht erreicht werden.

Der Sicherheitsgewinn schlägt sich nieder in einer Reduzierung:

- des Notbremsweges um bis zu 1,3 m bei einer Verzögerung von 30 km/h bis zum Stillstand
- der Kollisionsgeschwindigkeit von 3 km/h

Auf diese Weise können Fußgängerunfälle um bis zu 10% besser vermieden werden.

Durch die Verringerung der Kollisionsgeschwindigkeit wird die Energie, welche die Karosserie beim Aufprall aufnehmen muss, vermindert.

Der Insassenschutz wird so verbessert.

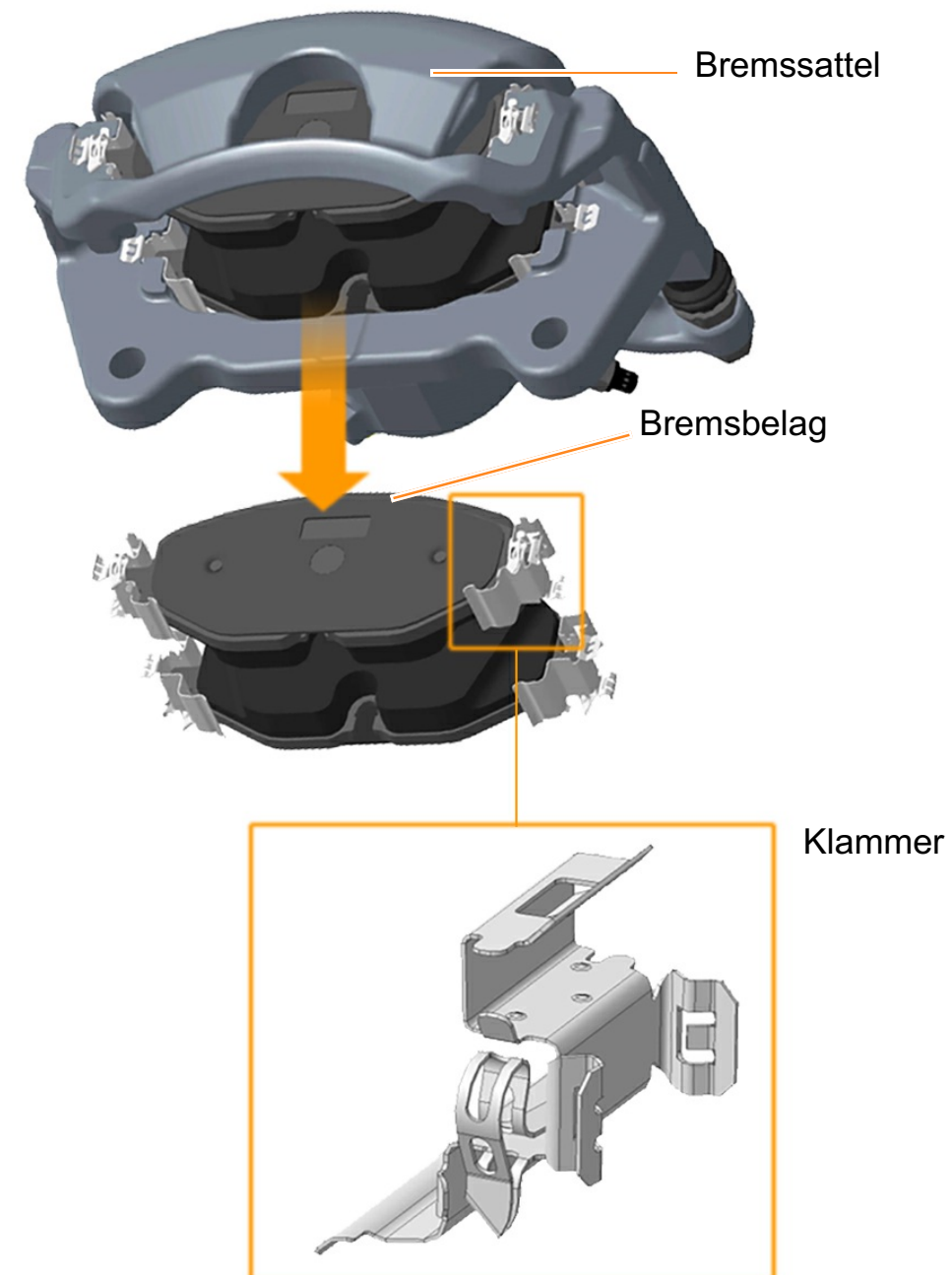


Was bedeutet reduziertes Restbremsmoment?

Restbremsmomente treten bei Scheibenbremsen nach einem Bremsvorgang auf. Man spricht dabei auch von einer Off-Brake-Phase. Restbremsmomente führen zu einem erhöhten Kraftstoffverbrauch und damit auch zu einem erhöhten CO₂-Ausstoß.

Nach einem Bremsvorgang fahren die Bremsbeläge mit sinkendem Bremsdruck wieder in ihre Ausgangslage zurück. Durch produktbedingte, leichte Taumelbewegungen der Bremsscheibe gegenüber dem Bremssattel und einem ungünstigen Lüftspiel verliert der Bremsbelag nicht sofort und komplett den Kontakt zur Bremsscheibe, sondern es bleibt ein vorübergehender Reibkontakt zwischen Bremsscheibe und Bremsbelag.

Durch eine mechanische Modifikation der Bremssättel mittels einer Klammer werden die Bremsbeläge nach einem Bremsvorgang schneller in ihre Ausgangslage gezogen, so dass kaum noch ein Reibkontakt beim Zurückziehen der Bremsbeläge stattfindet.



Vergleich der Bremssysteme

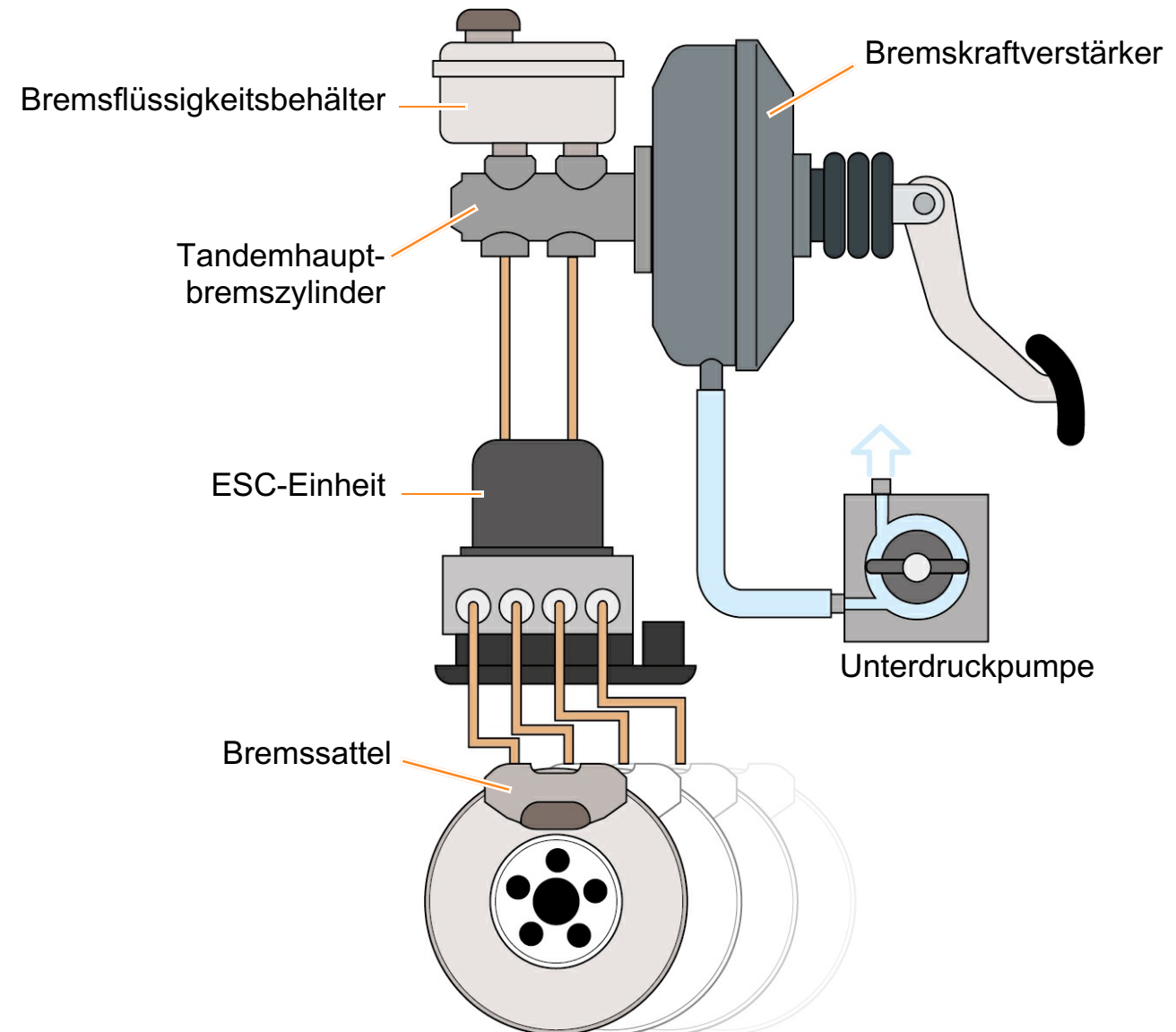
konventionelle, unterdruckbasierte Bremssysteme

Unterdruckbasierte Bremssysteme unterscheiden sich in der Art, wie der Unterdruck erzeugt wird:

- direkt durch die Saugrohr-Evakuierung beim Betrieb des Verbrennungsmotors
- durch eine mechanische Unterdruckpumpe
- durch eine elektrische Unterdruckpumpe

Die drei Varianten besitzen teilweise folgende Nachteile:

- schlechte CO₂-Bilanz
- hohes Gewicht
- hohe Produktionskosten



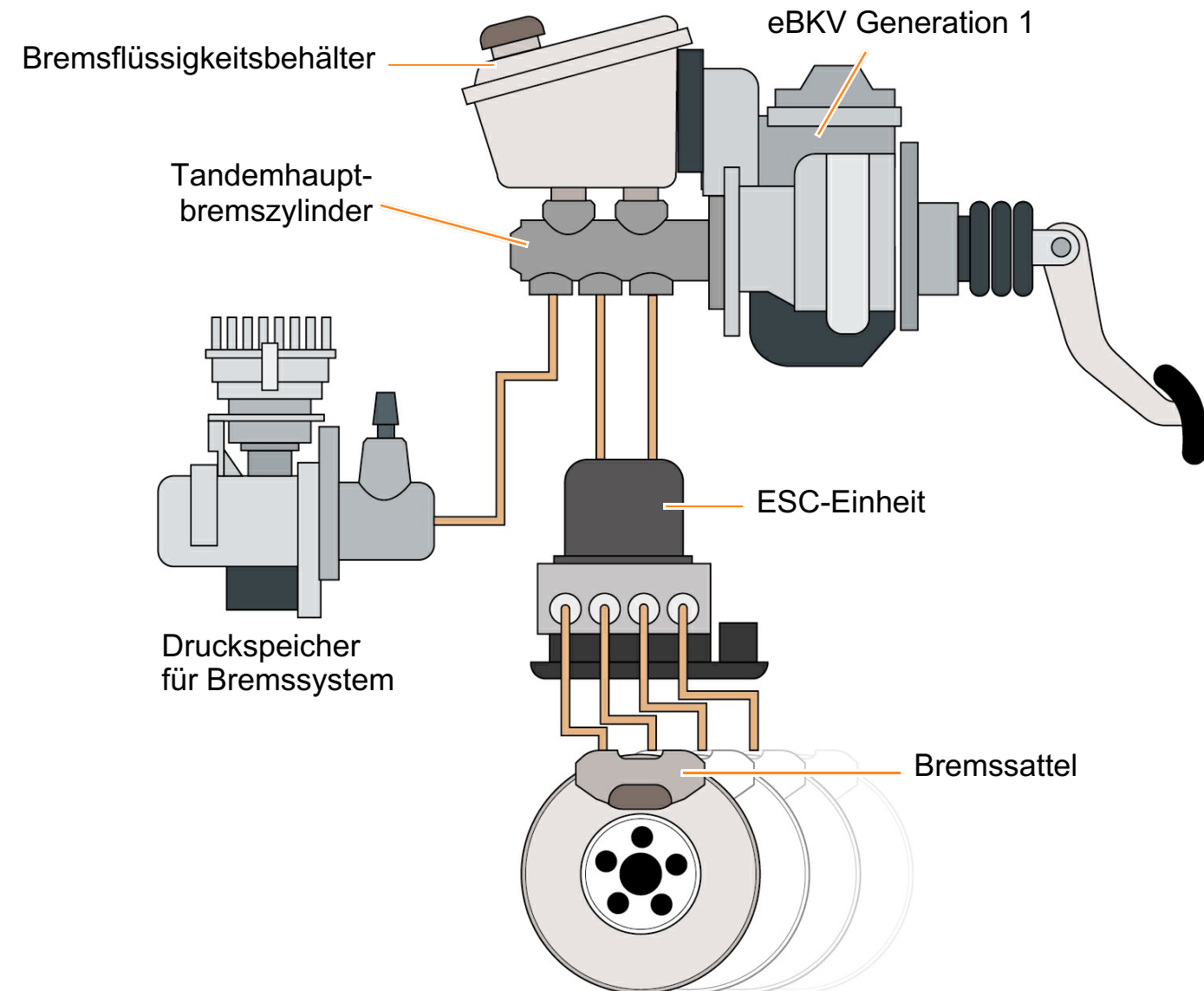
Vergleich der Bremssysteme

aktuelle Bremssysteme für elektrifizierte Fahrzeuge

Hierbei handelt es sich um den eBKV der Generation 1. Er kommt bevorzugt bei Hochvoltfahrzeugen zum Einsatz. Sein Erkennungsmerkmal ist ein gesonderter Druckspeicher für das Bremssystem. Dessen Aufgabe besteht darin, Bremsflüssigkeit beim Rekuperieren zu speichern und so den Bremsdruck im System zu reduzieren.

Nachteile sind:

- der Bauraumbedarf
- der gesonderte Antrieb des aktiven Speichers
- das Gewicht



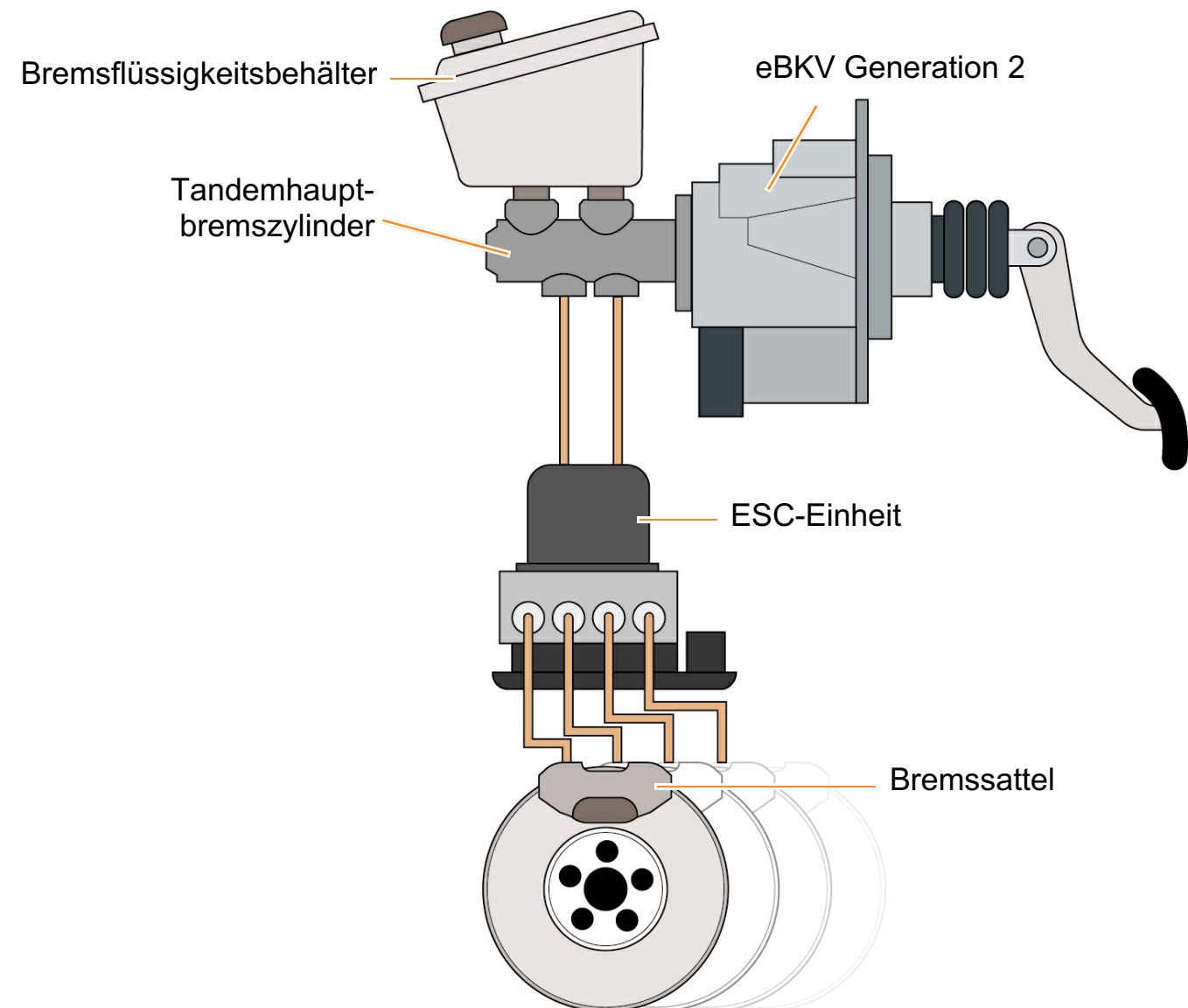
Vergleich der Bremssysteme

neueste, von der Antriebsart unabhängige Bremssysteme

Bei dem elektromechanischen Bremskraftverstärker der Generation 2 entfällt der externe Druckspeicher für Bremssysteme zugunsten eines, in der ESC-Einheit integrierten Speichers, der beim Rekuperieren Bremsflüssigkeit aufnimmt.

Vorteile dieses Systemaufbaus sind:

- kein zusätzlicher Bauraumbedarf durch externe Baugruppen
- Gewichtsreduzierung
- geringerer CO₂-Ausstoß
- Kostenreduzierung



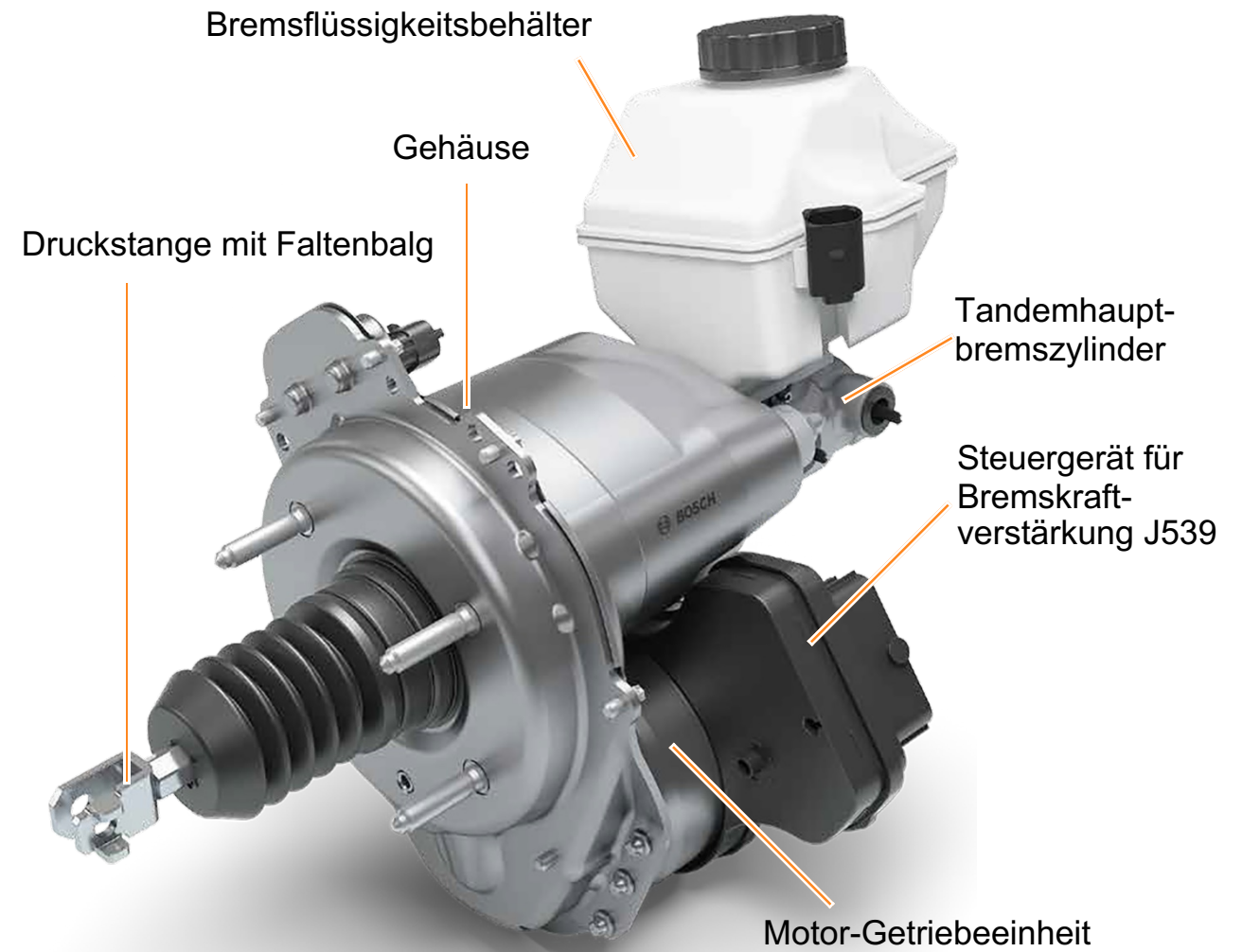
Der Aufbau im Überblick

Der äußere Aufbau

Der eBKV Generation 2 gliedert sich von außen in die folgenden Hauptbestandteile:

- dem Gehäuse
- der Druckstange mit Faltenbalg
- der Motor-Getriebeeinheit
- dem Steuergerät für Bremskraftverstärkung J539
- dem Bremsflüssigkeitsbehälter
- dem Tandemhauptbremszylinder

Der innere Aufbau



Der Aufbau im Überblick

Der innere Aufbau

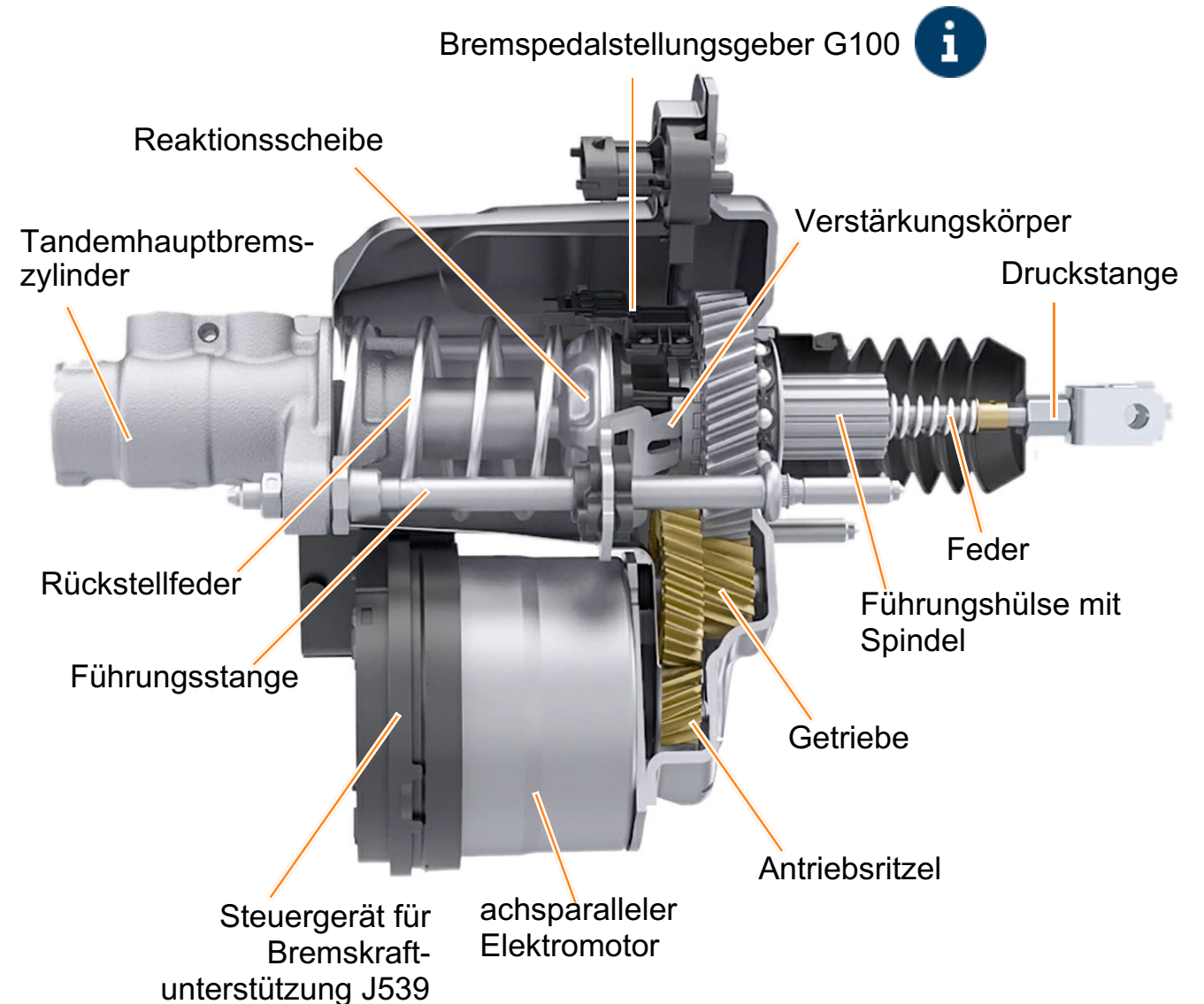
Auffällig am inneren Aufbau ist der achsparallele Antrieb, der die Bremsunterstützung über einen Spindelantrieb auf den Tandemhauptbremszylinder überträgt.

Die Drehzahl des Elektromotors wird dabei über ein Antriebsritzel und ein zweistufiges Zahnradgetriebe aus Kunststoff auf eine Führungshülse mit Spindel aus Kunststoff übertragen, in welche die Druckstange eingesteckt ist.

Die Spindel wirkt über den Verstärkungskörper und die Reaktionsscheibe auf den Kolben des Tandemhauptbremszylinders.

Das Zurückfahren in die Ausgangsstellung erfolgt durch die Rückstellfeder.

Die gesamte Verstellmechanik wird gleitend über zwei Führungsstangen am Drehen gehindert. Die Betätigung der Bremse wird über einen Zwei-Wege-Sensor (Bremspedalstellungsgeber G100) erfasst und an das integrierte Steuergerät für Bremskraftverstärkung J539 übermittelt.



Der Bremspedalstellungsgeber G100

Dieser Geber innerhalb des eBKV erfasst die Bremsanforderung des Fahrers, wenn dieser das Bremspedal betätigt. Zusammen mit dem Motorpositionsgeber für Bremskraftverstärkung G840, der im Elektromotor integriert ist, kann so die Ist-Situation der Unterstützungsleistung erfasst werden.



Weitere Informationen zu G100 finden Sie hier.

Der Aufbau im Detail

Motor- und Getriebeeinheit

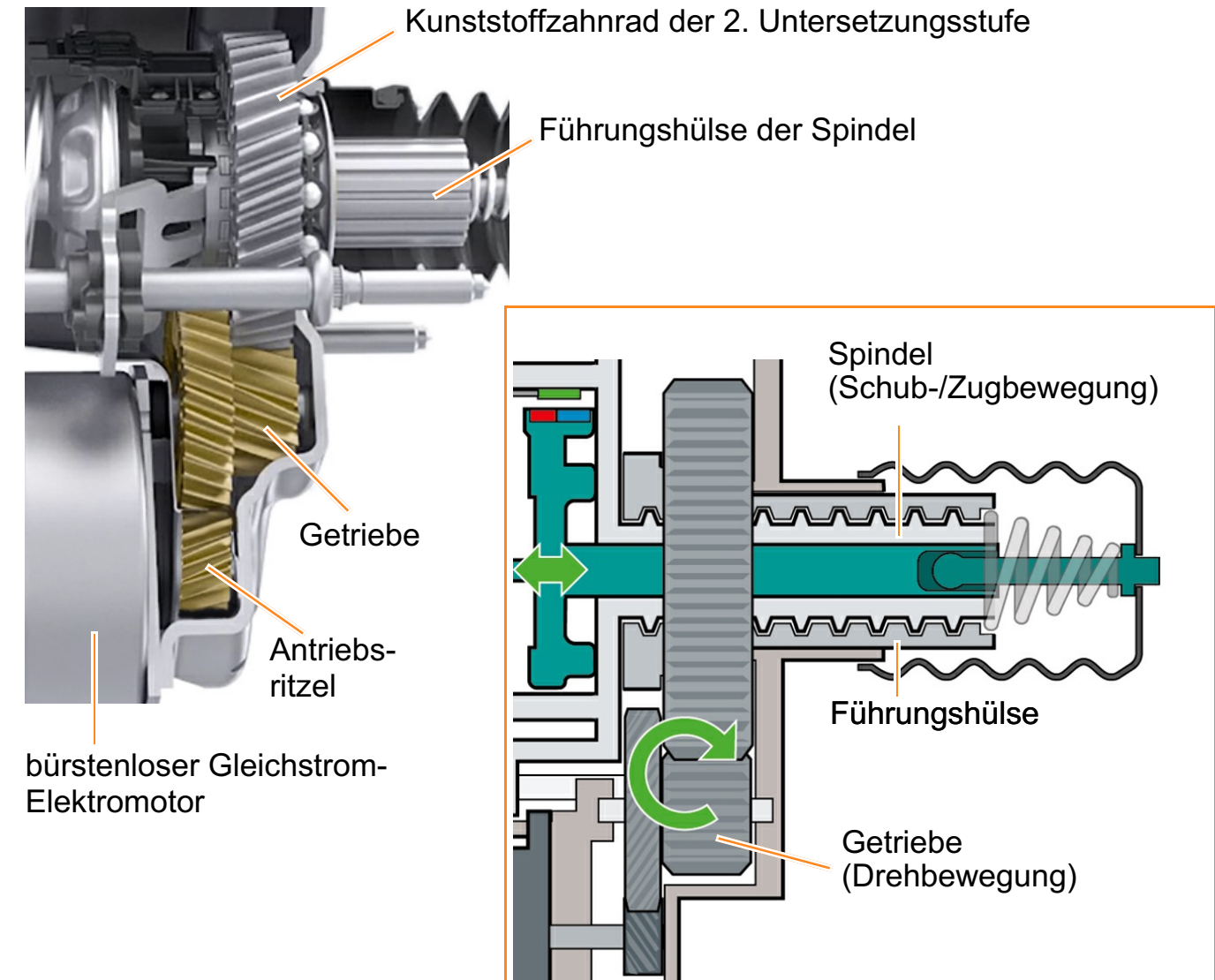
Der Motor für elektromechanischen Bremskraftverstärker V548

Der Antrieb des eBKV erfolgt über einen bürstenlosen Gleichstrom-Elektromotor mit einer Leistung von 300 Watt. Die Ansteuerung des Motors erfolgt vom Steuergerät mithilfe eines PWM-Signals.

Ein schrägverzahntes Antriebsritzel aus Metall überträgt das Verstellmoment in das zweistufige Getriebe.

Das Getriebe

Das sehr kompakte Getriebe überträgt die Rotationsbewegung über eine Spindel in eine Schub-/Zugbewegung. Dabei ist die Führungshülse der Spindel verschiebbar in das Kunststoffzahnrad der zweiten Untersetzungsstufe eingesetzt.



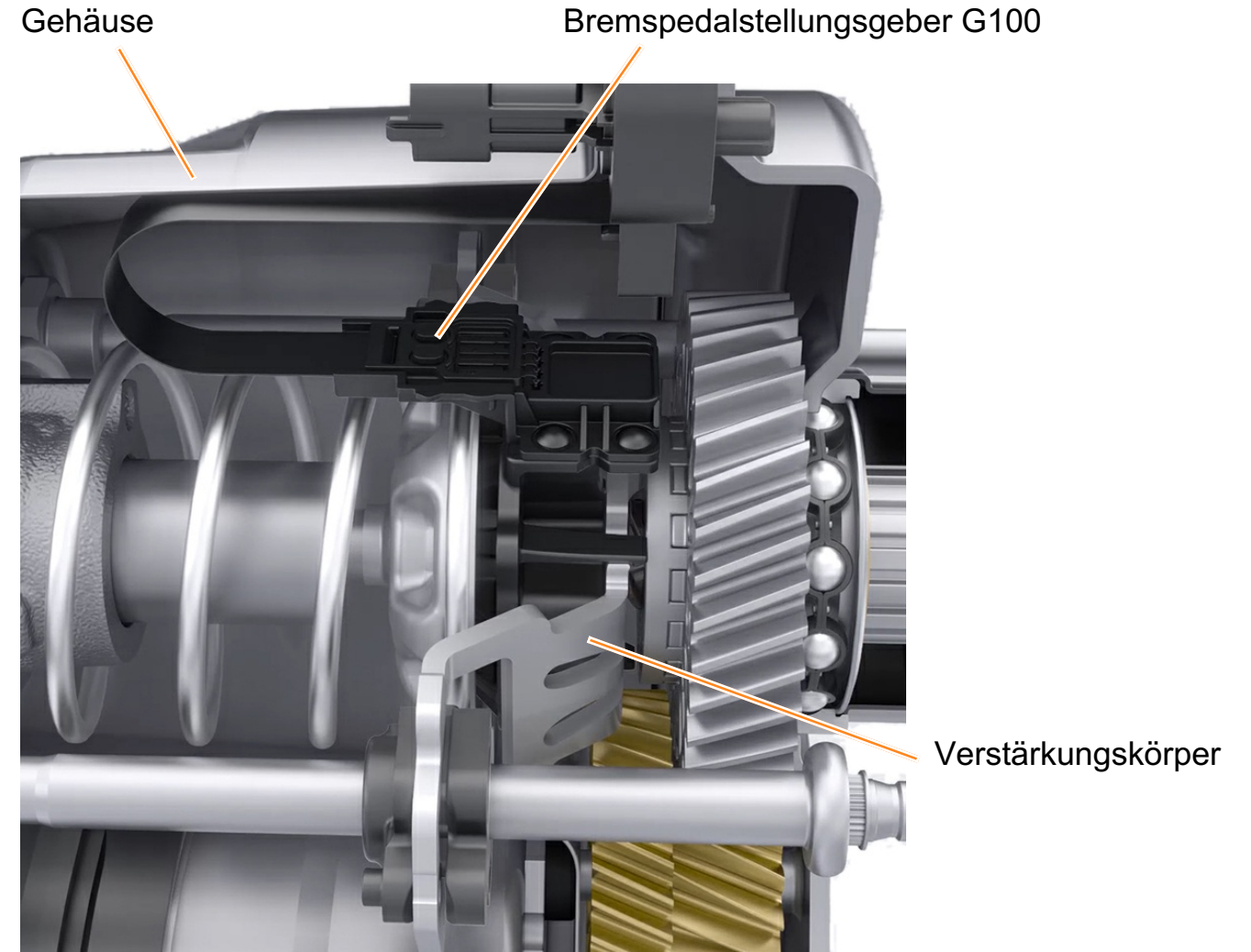
Der Aufbau im Detail

Positionserfassung

Die Bremsanforderung des Fahrers wird durch den Bremspedalstellungsgeber G100 erfasst. Es ist ein Differenzwegsensord, der nach dem Hall-Prinzip arbeitet. Der Sensor ist mit dem Verstärkungskörper verbunden.

Ein weiterer Sensor, Motorpositionsgeber für Bremskraftverstärkung G840, ist im Elektromotor integriert und erfasst die Rotorstellung.

Das Steuergerät für Bremskraftverstärkung J539 benötigt beide Informationen, um den Bremswunsch zu erkennen und das aktuell erforderliche Unterstützungsmoment zu berechnen.



Detaillierte Informationen zu Aufbau und Funktionsweise des Sensors finden Sie hier.

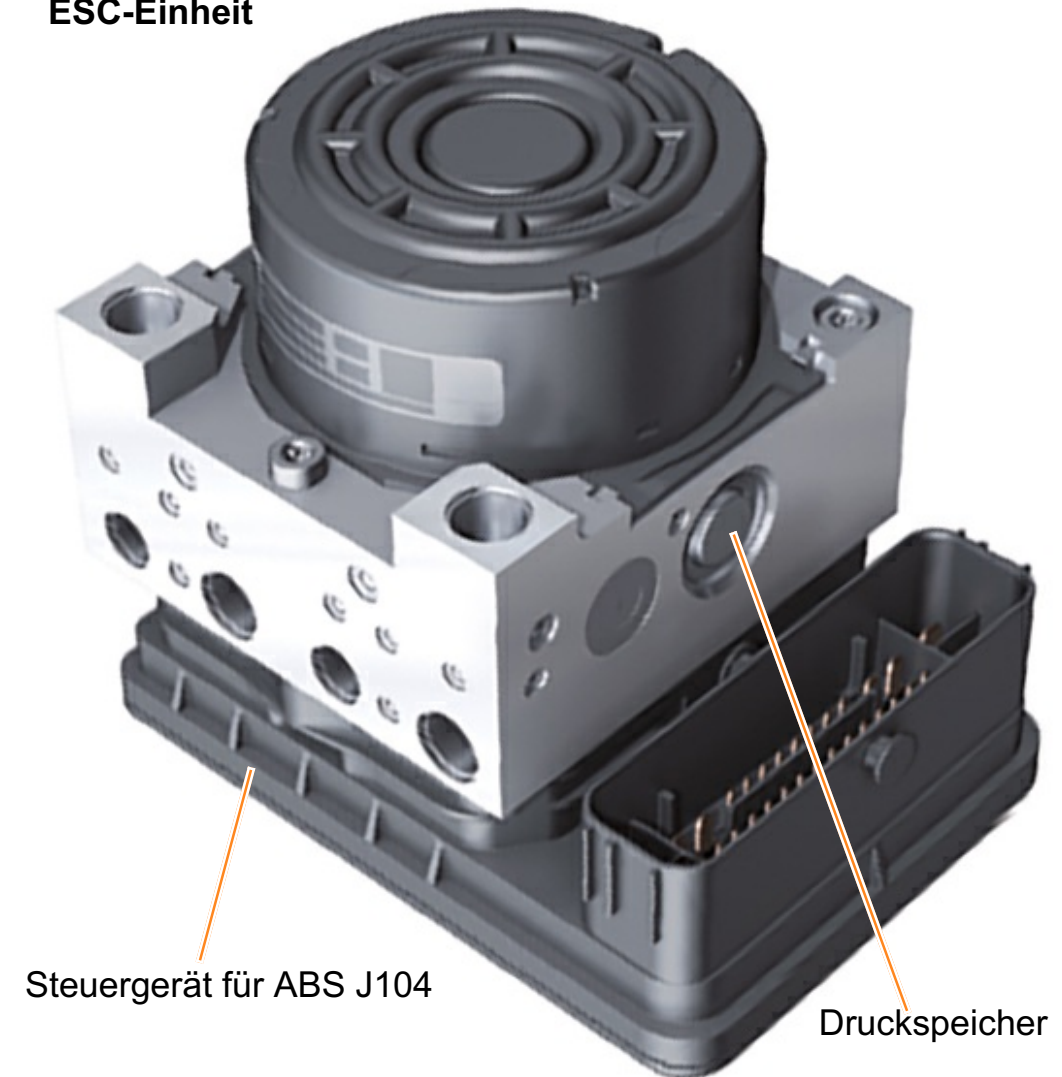
Der Aufbau im Detail

Druckspeicher in der ESC-Einheit

Der aktive Druckspeicher des eBKV der Generation 1 entfällt.

Die Funktion des Druckspeichers wurde in die ESC-Einheit integriert. Dazu wurden die in der ESC-Einheit vorhandenen Druckspeicher in ihrem Speichervolumen vergrößert.

ESC-Einheit



Der Bremspedalstellungsgeber G100

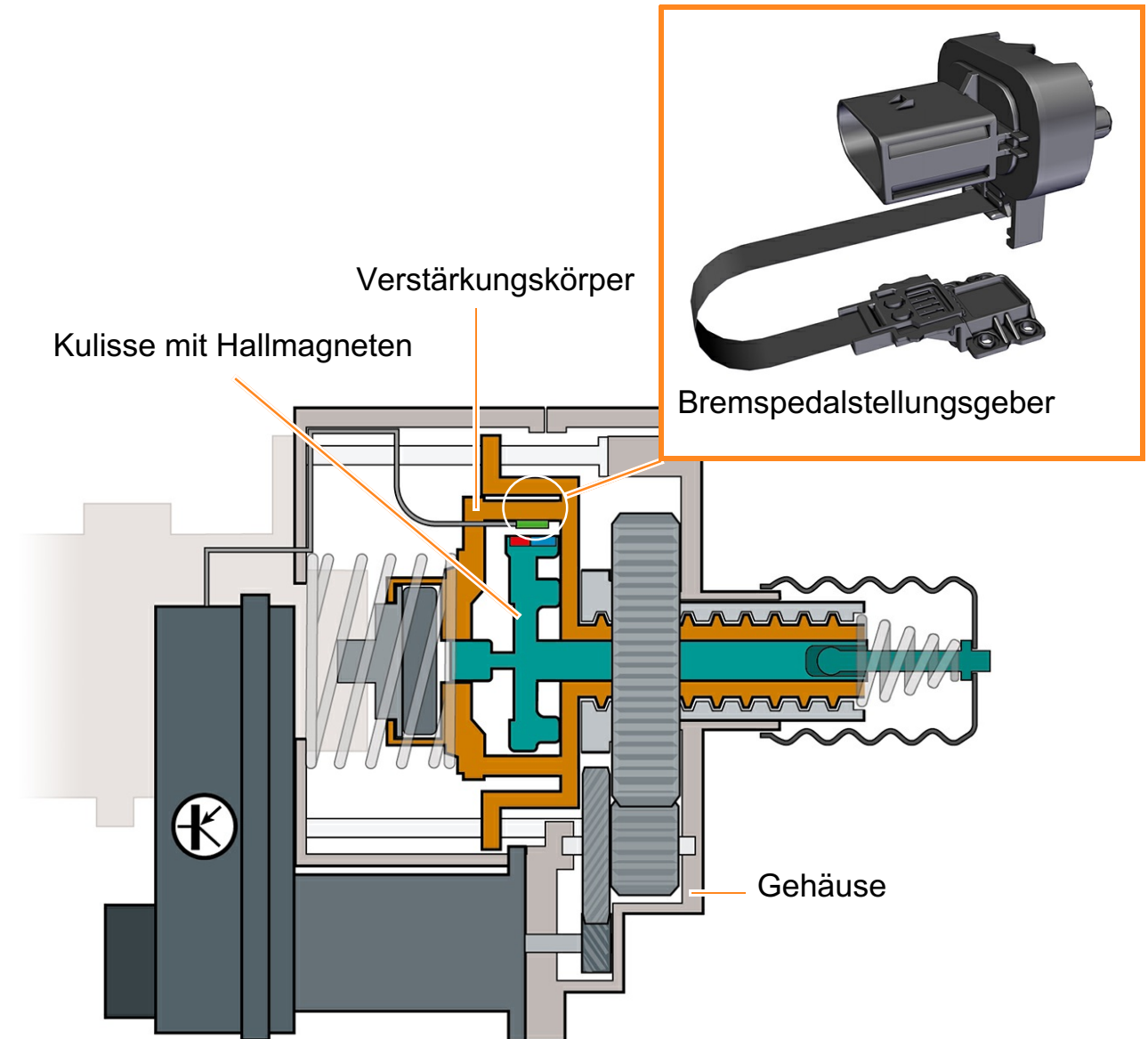
Einbauort und Aufgabe

Der Bremspedalstellungsgeber ist fest auf dem Verstärkungskörper des eBKV der Generation 2 oberhalb der Kulisse mit den Hallmagneten angebracht.

Er erfasst den Bremswunsch anhand der Pedalbetätigung durch den Fahrer.

Der Sensor ist intern redundant ausgelegt, so dass eine hohe Sicherheit gegenüber Ausfall gegeben ist.

Er kann im Reparaturfall nicht getauscht werden.



Der Bremspedalstellungsgeber G100

Aufbau und Auswirkung bei Ausfall

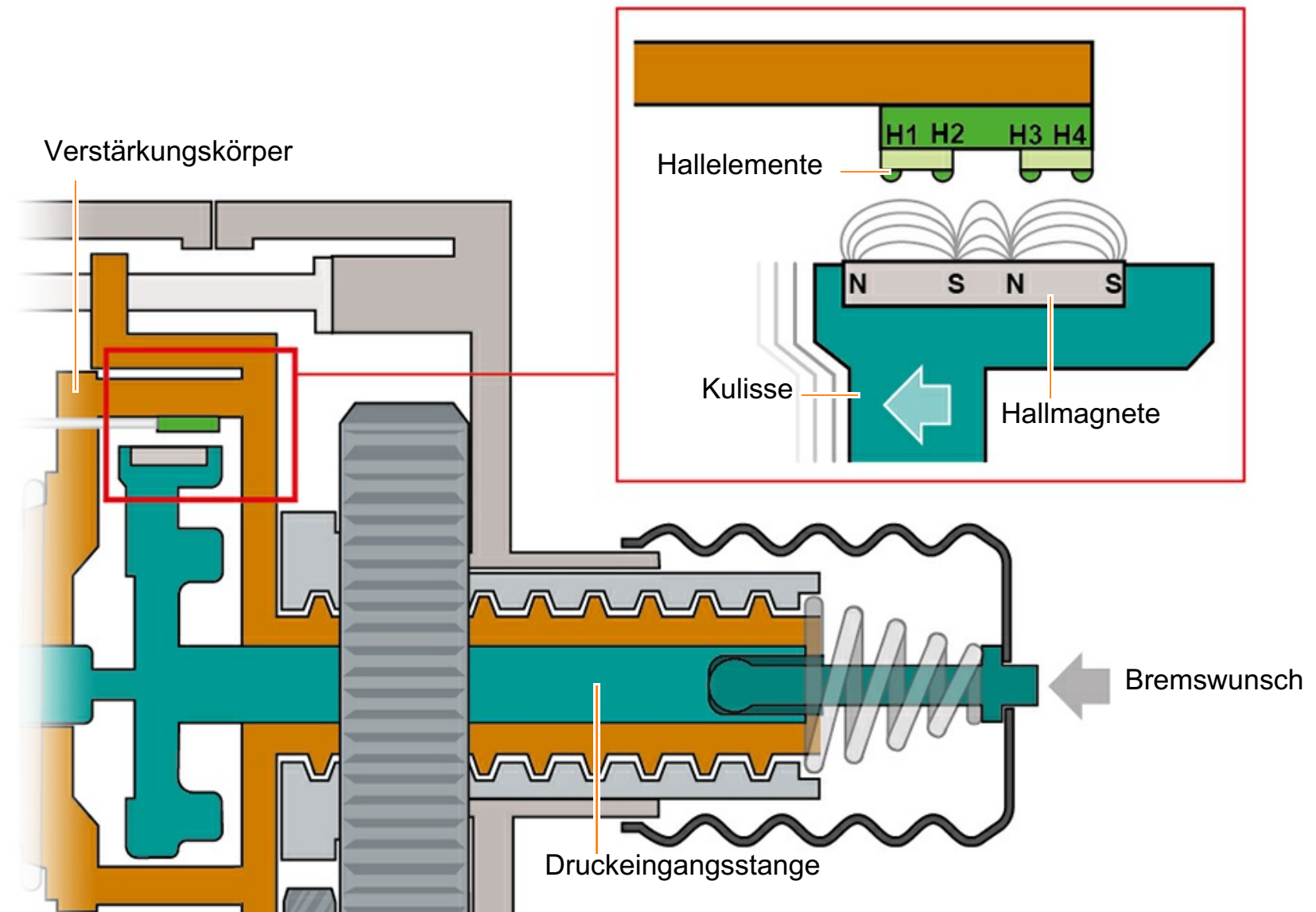
Aufbau

Der Bremspedalstellungsgeber besteht aus einem Hall-Sensor mit zwei Hallelementen auf dem Verstärkungskörper und einer Kulissee mit vier Hallmagneten. Diese sind mit der Druckeingangsstange verbunden.

Betätigt der Fahrer das Bremspedal, werden die Hallmagnete gegenüber den Hallelementen verschoben. Diese Bewegung wird vom System des eBKV als Bremswunsch interpretiert.

Auswirkung bei Ausfall

Bei Ausfall des G100 wird die Bremsfunktion von der ESC-Einheit übernommen und bei gleichzeitigem Ausfall von eBKV und ESC ist ein rein mechanisches Bremsen weiterhin möglich.

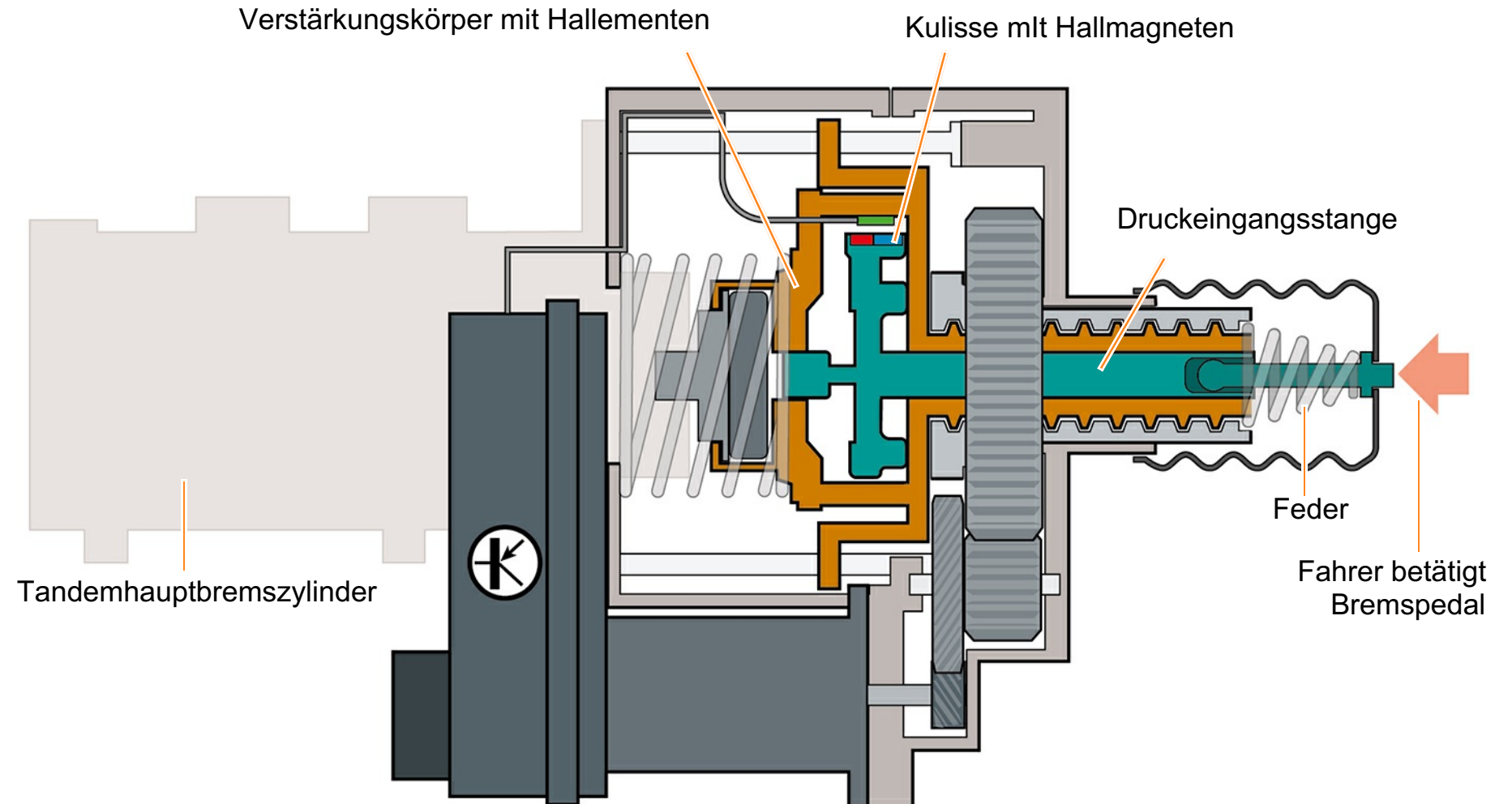


Ablauf der Bremsunterstützung

Schritt 1

Betätigt der Fahrer das Bremspedal, muss zuerst die Kraft der Feder überwunden werden, bevor sich die Druckeingangsstange und die damit verbundene Kulisser mit den Hallmagneten bewegen kann.

Der Verstärkungskörper mit den Hallelementen bewegt sich nicht.



Ablauf der Bremsunterstützung

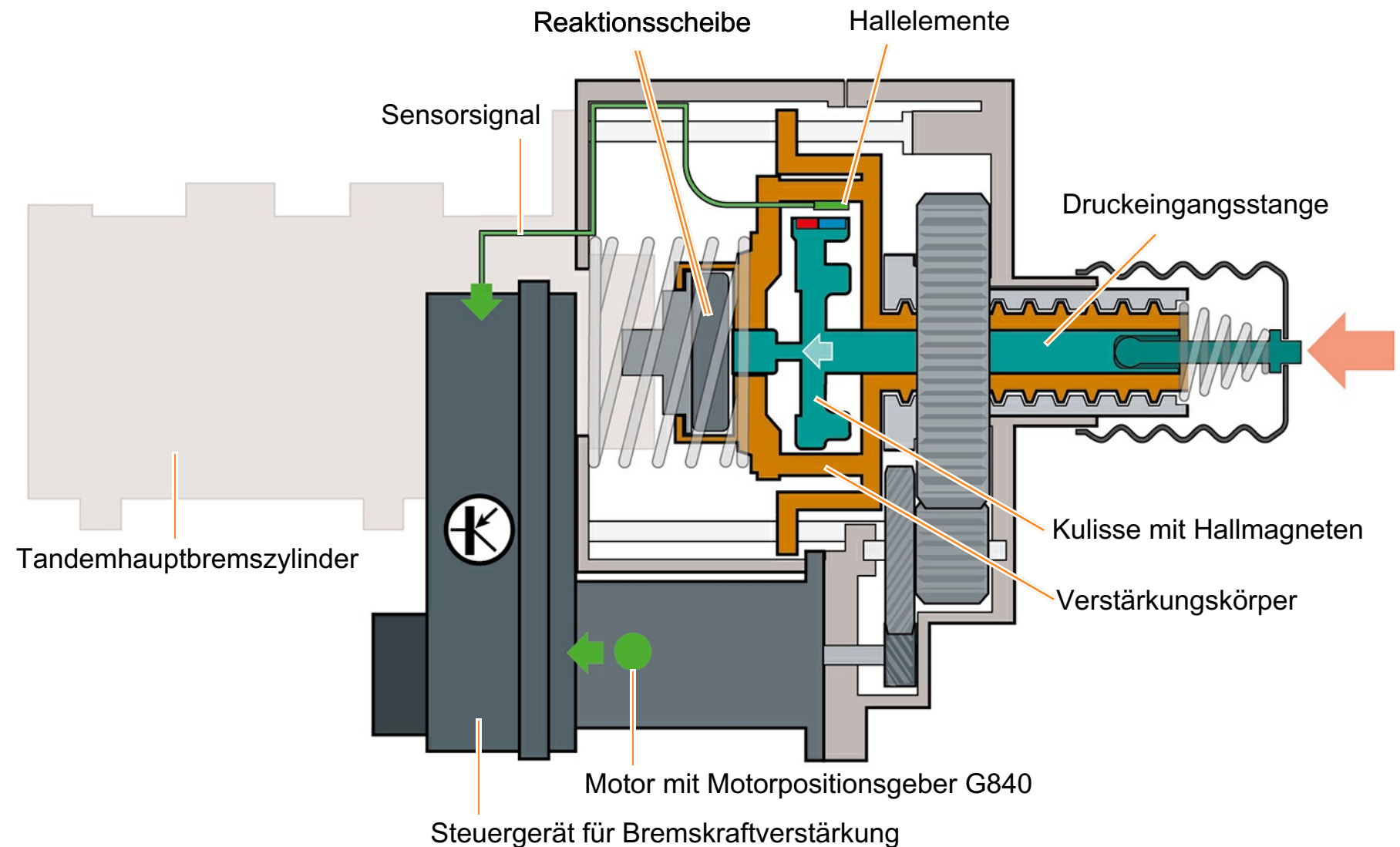
Schritt 2

Betätigt der Fahrer das Bremspedal weiter, wird diese Bewegung auf die Druckeingangsstange des eBkV übertragen.

Die Druckeingangsstange verschiebt die Kulis­se mit den Hallelementen in Richtung Tandemhau­ptbremszylinder, bis das Lüftspiel zwischen Druckstück und Reaktionsscheibe überwunden worden ist.

Der Verstärkungskörper mit den Hallelementen bewegt sich dabei nicht. Auf diese Weise können die Hallmagneten die Bewegung der Druckeingangsstange erfassen und ein Sensorsignal an das Steuergerät für Bremskraftverstärkung senden.

Die aktuelle Motorposition erhält das Steuergerät vom Motorpositionsgeber für Bremskraftverstärkung G840.



Ablauf der Bremsunterstützung

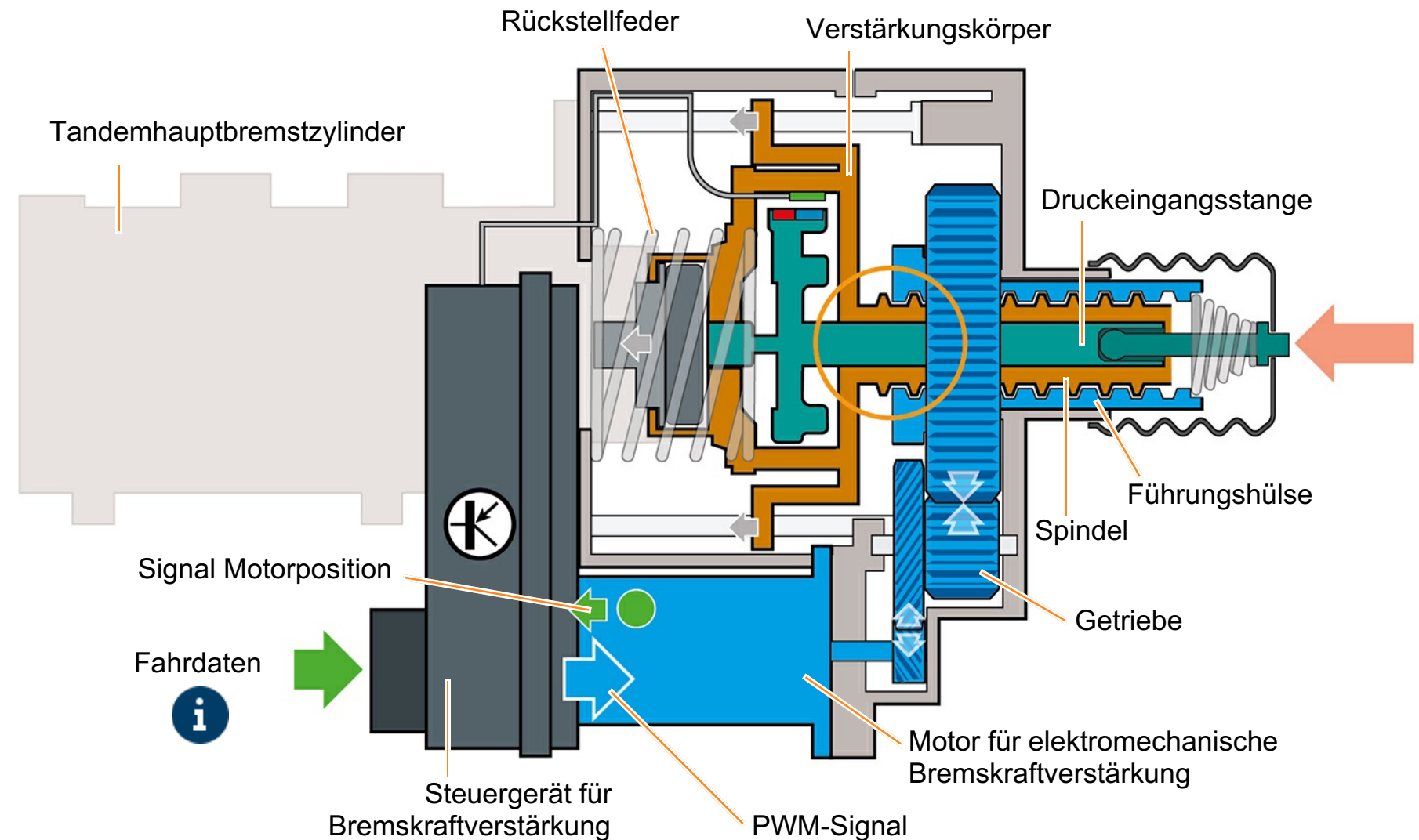
Schritt 3

Zusammen mit den aktuellen Fahrdaten errechnet das Steuergerät das erforderliche Unterstützungsmoment.

Das Steuergerät sendet ein PWM-Signal an den Motor des eBKV. Die Drehbewegung des Motors wird über das Getriebe an die Führungshülse übertragen, so dass die Spindel zusammen mit dem Verstärkungskörper in Richtung Tandemhauptbremszylinder verfahren.

Vermindert der Fahrer die Kraft auf das Bremspedal, reagiert das System und vermindert das Unterstützungsmoment, sofern die Fahrdaten keine höhere Bremswirkung erfordern.

Lässt er das Bremspedal los, werden die beweglichen Teile von der Rückstellfeder in die Ausgangslage zurück gedrückt.





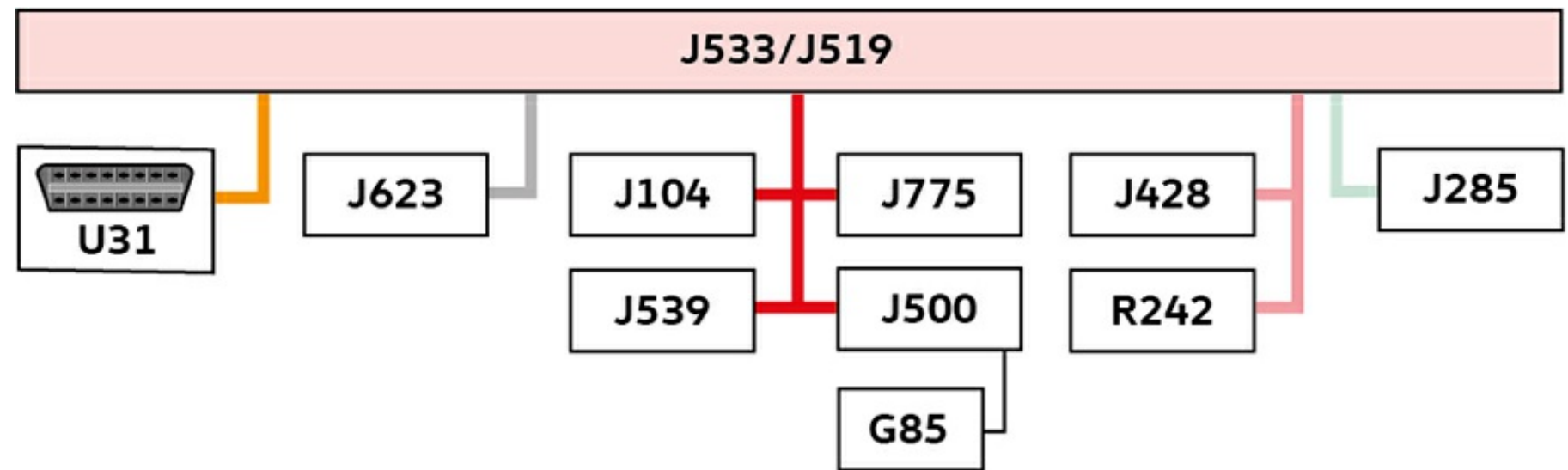
Fahrdaten

Die Fahrdaten werden aus folgenden Signalen gebildet:

- dem Geschwindigkeitssignal der Raddrehzahlsensoren
- den Abstandssignalen der ACC
- dem Signal des aktuellen Druckes im Bremssystem
- dem Regeleingriff des Steuergerätes für ABS

Das Vernetzungskonzept

Das Steuergerät für Bremskraftverstärkung ist über den CAN-Datenbus Fahrwerk mit dem Motor- und Getriebemanagement verbunden. Die Anbindung eines externen Druckspeichers über Privat-Can wie bei dem eBKV der Generation 1 entfällt.



Legende

G85	Lenkwinkelgeber
J104	Steuergerät für ABS
J285	Steuergerät im Schalttafeleinsatz
J428	Steuergerät für Abstandsregelung
J500	Steuergerät für Lenkhilfe
J519	Bordnetzsteuergerät
J533	Diagnose-Interface für Datenbus
J539	Steuergerät für Bremskraftverstärkung
J623	Motorsteuergerät
J775	Steuergerät für Fahrwerk
R242	Frontkamera für Fahrerassistenzsysteme
U31	Anschluss für Diagnose

	CAN-Datenbus Antrieb
	CAN-Datenbus Fahrwerk
	CAN-Datenbus Fahrerassistenzsystem
	CAN-Datenbus Komfort
	CAN-Datenbus Diagnose
	analoger Anschluss

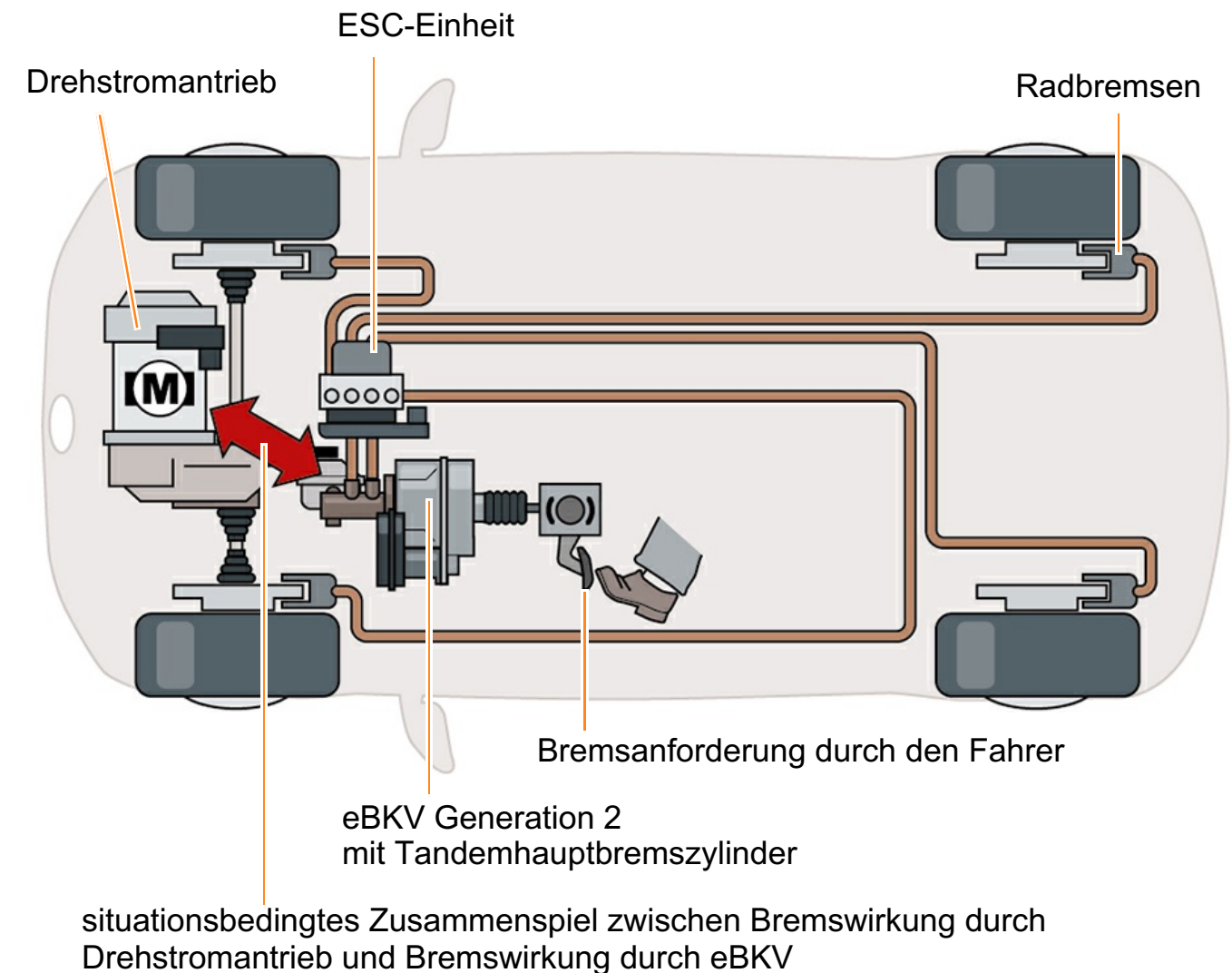
Was ist Brake Blending?

Der Begriff "Brake Blending" stammt aus der Hochvoltfahrzeug-Thematik.

Grundsätzlich kann der Drehstromantrieb eines Hochvoltfahrzeugs im Generatorbetrieb zum Abbremsen (Verzögern) der Fahrgeschwindigkeit verwendet werden. Dabei wird ein Teil der Bewegungsenergie des Fahrzeugs in elektrische Energie und Wärmeenergie umgewandelt, wodurch die Fahrgeschwindigkeit abnimmt.

Je nach Ladezustand und Temperatur der Hochvoltbatterie ist es jedoch nicht möglich eine konstante Verzögerung zu erreichen. Diese Schwankungen in der Verzögerung durch den Drehstromantrieb muss dann von Fall zu Fall von der hydraulischen Bremsanlage ausgeglichen werden.

Da das Ansprechverhalten des eBKV sehr viel schneller ist als das von unterdruckbasierten Systemen, kann dieses Wechselspiel von hydraulischem Abbremsen und Abbremsen durch den Drehstromantrieb sehr viel effizienter ablaufen.

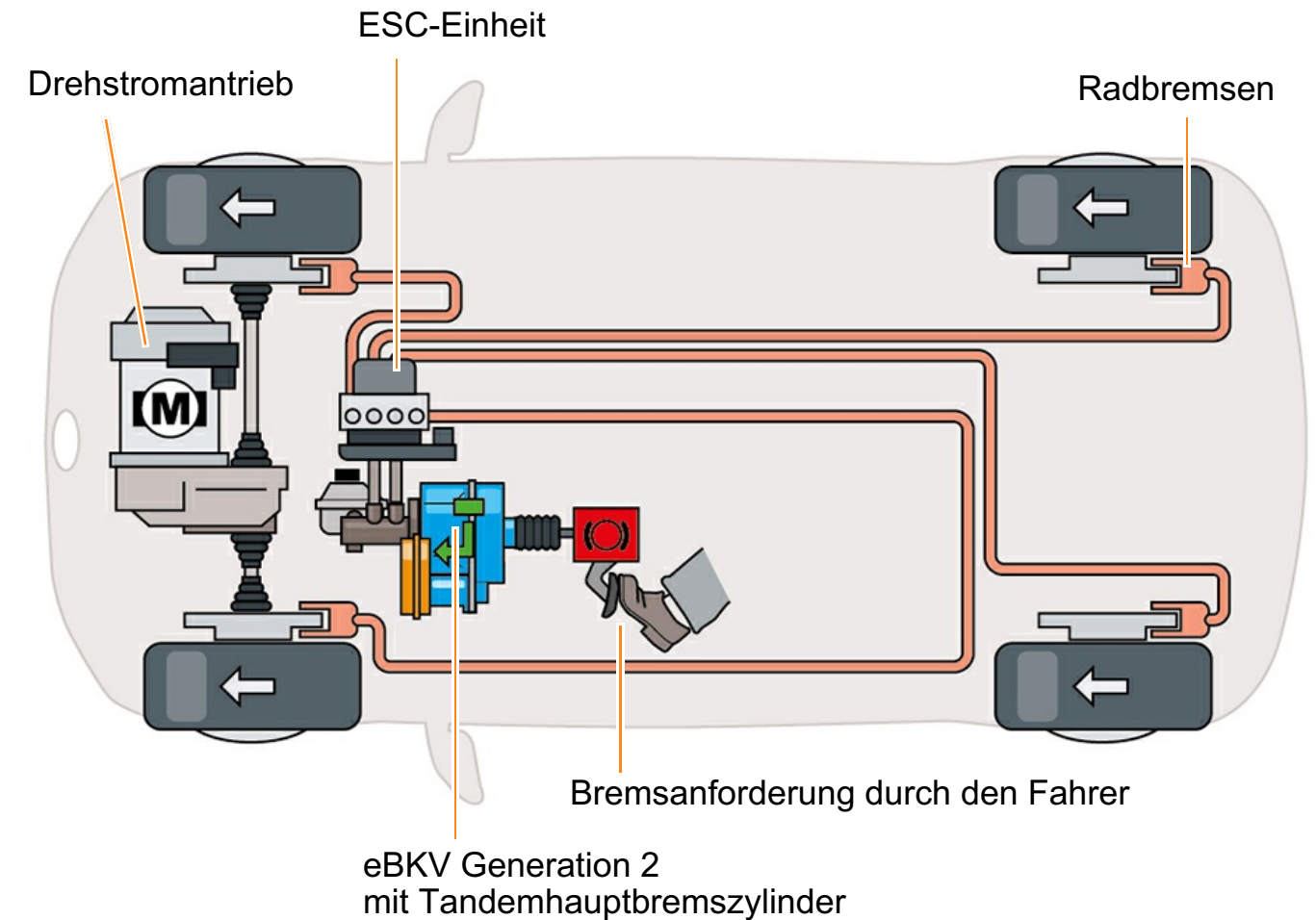


Ablauf des Brake Blending

Verzögerungsanforderung

Wie auch bei Fahrzeugen mit klassischem Antrieb steht auch bei Fahrzeugen mit Drehstromantrieb der Bremswunsch des Fahrers am Anfang.

Anhand der Bremspedalbetätigung, die das Steuergerät für Bremskraftverstärkung J539 erkennt, wird ein unterstützender Bremsdruck über den eBKV aufgebaut.

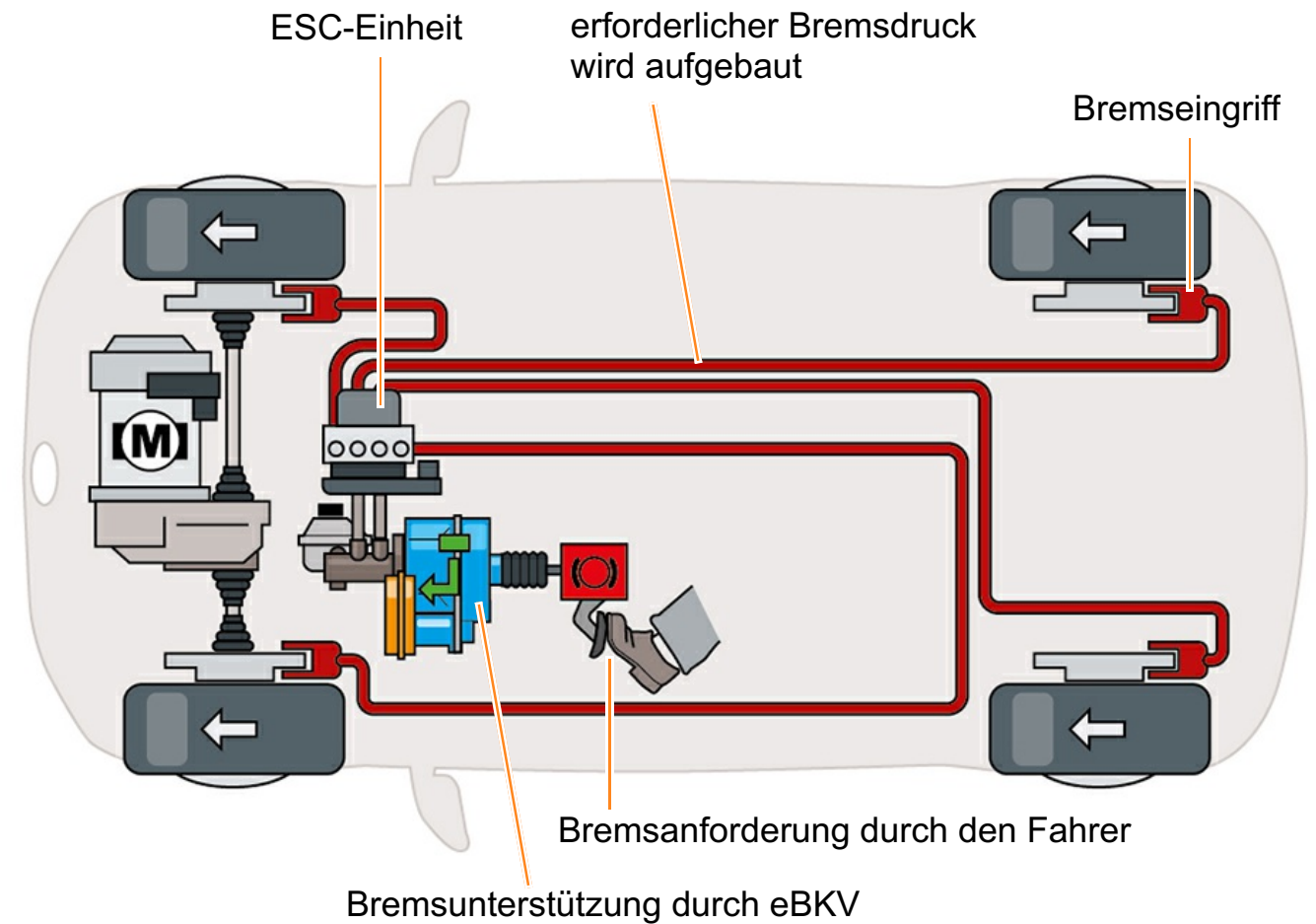


Ablauf des Brake Blending

Reibverzögerung

Der im hydraulischen Bremssystem aufgebaute Bremsdruck presst die Bremsbeläge über die Radbremszylinder an die Bremsscheibe. Durch die dabei hervorgerufene Reibung wird ein Teil der Bewegungsenergie des Fahrzeugs in Wärmeenergie umgewandelt und abgestrahlt.

Diese Energie ist verloren und kann nicht wieder in andere Energieformen, wie z. B. elektrische Energie gewandelt werden.



Ablauf des Brake Blending

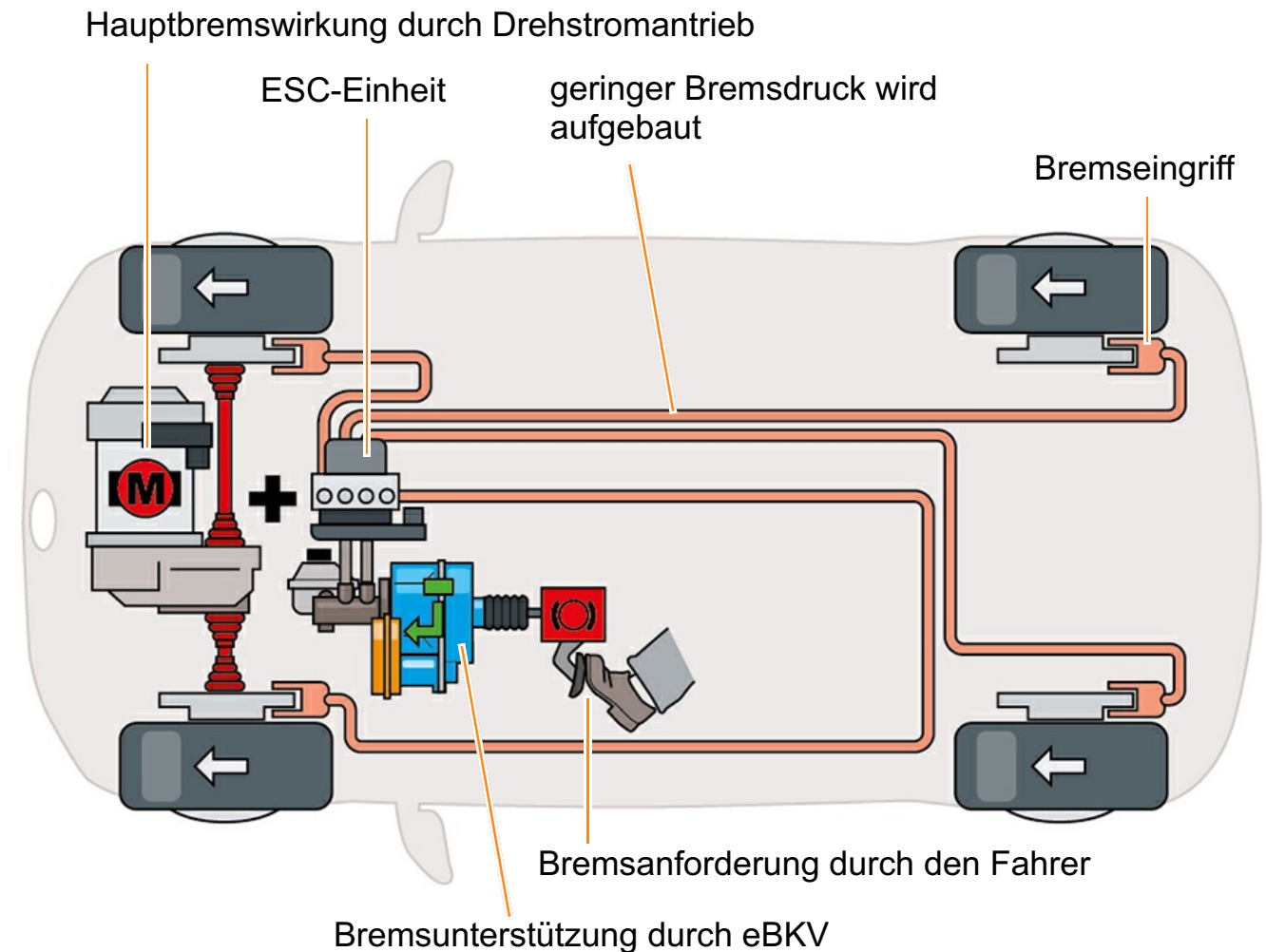
Regenerative Verzögerung

Sind Ladezustand der Hochvoltbatterie und deren Temperatur dazu geeignet, kann ein großer Teil der zuvor beschriebenen Reibverzögerung durch die abbremsende Wirkung des Drehstromantriebs im Generatorbetrieb übernommen werden.

Nun wird die Bewegungsenergie des Fahrzeugs in elektrische Energie gewandelt und in der Hochvoltbatterie gespeichert und kann damit wieder für den Antrieb eingesetzt werden. Bei diesem als Rekuperation bezeichneten Vorgang geht auch ein kleiner Teil als Wärmeenergie durch Lagerreibung und der bei der Induktion abfallenden Wärme verloren. Dies ist jedoch nur ein Teil und nicht die gesamte Bewegungsenergie wie bei der Reibverzögerung.

Da die Bremswirkung nun durch den Hochvoltantrieb erfolgt, kann der Bremsdruck im hydraulischen System und damit auch die elektrische Bremskraftverstärkung entsprechend reduziert werden.

Man bekommt also nicht nur elektrische Energie zurück, sondern spart auch Energie aufseiten des Bremssystems.



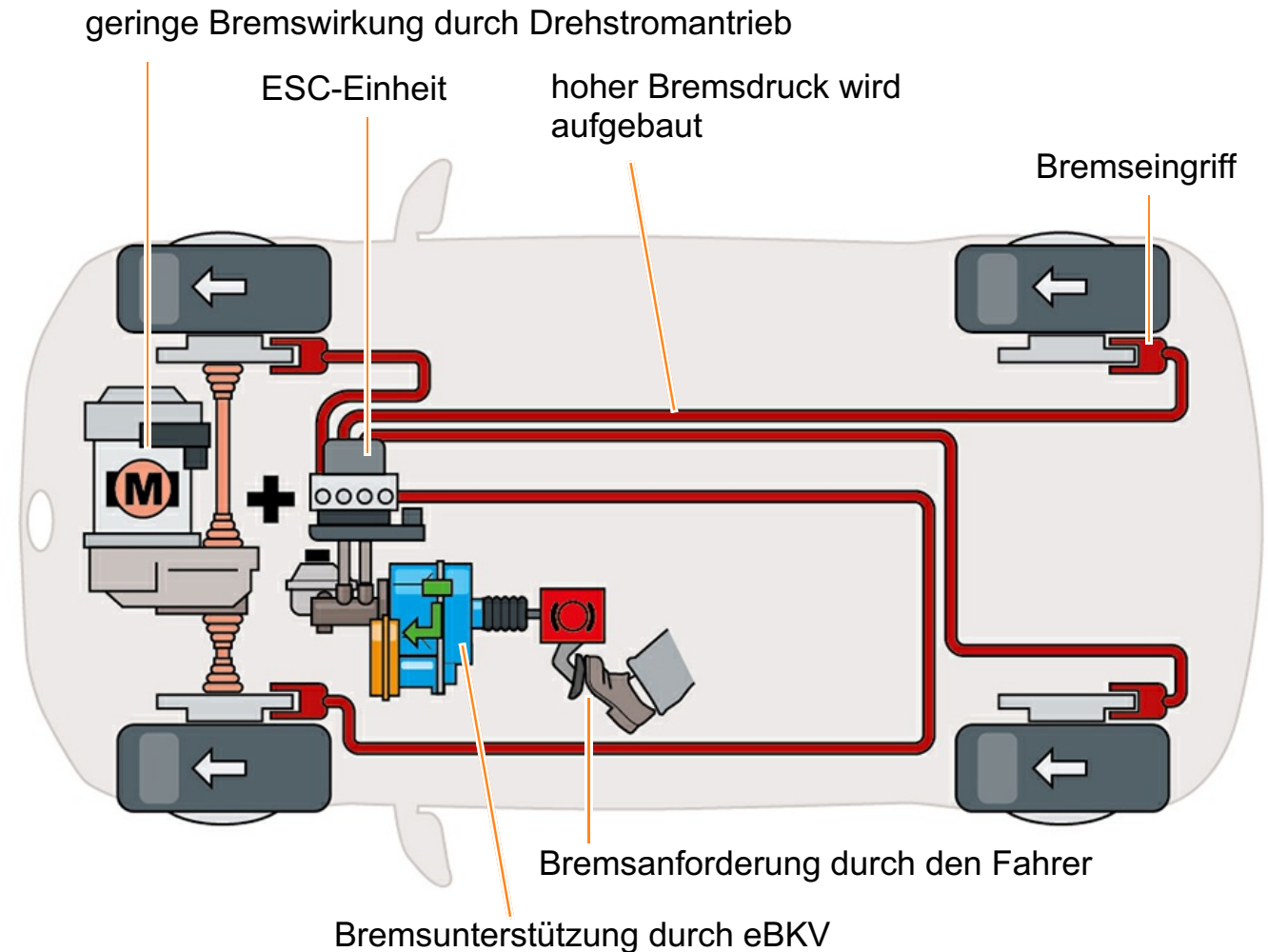
Ablauf des Brake Blending

Unterstützende Verzögerung

Lassen es Ladezustand der Hochvoltbatterie und deren Temperatur nicht zu, dass eine regenerative Verzögerung betrieben werden kann, tritt der umgekehrte Fall ein.

Die Bremswirkung durch Rekuperation reicht nun nicht aus, um die erforderliche Bremswirkung zu erzielen. Deshalb greift nun der eBKV und das hydraulische Bremssystem ein und liefert die zusätzlich erforderliche Bremskraft über die Radbremszylinder.

Von diesem ganzen Zusammenspiel der Systeme bemerkt der Fahrer nichts, da der eBKV für sich autonom handelt und selbstständig ohne Zutun des Fahrers Bremsdruck aufbauen kann.



Service - Arbeiten nach Austausch des eBKV Generation 2

Ein defekter elektromechanischer Bremskraftverstärker der Generation 2 muss komplett ausgetauscht werden. Eine Reparatur des eBKV ist zurzeit nicht vorgesehen.

Nach dem Einbau des neuen eBKV muss die Bremsanlage auf Schwergängigkeit geprüft und zusätzlich über eine Druckprüfung entlüftet werden:

- Zuerst wird eine Schwergängigkeitsprüfung ausgeführt. Dabei wird der Bremskraftverstärker auf mechanische Funktionsfähigkeit geprüft.
- Dann erfolgt die Druckprüfung mit dem Diagnosetester über "geführte Funktionen".



Die einzelnen Schritte zum Wechsel eines neuen eBKV sind modellabhängig. Beachten Sie daher die modellspezifischen Hinweise in ElsaPro.

Vielen Dank für Ihr Interesse.

