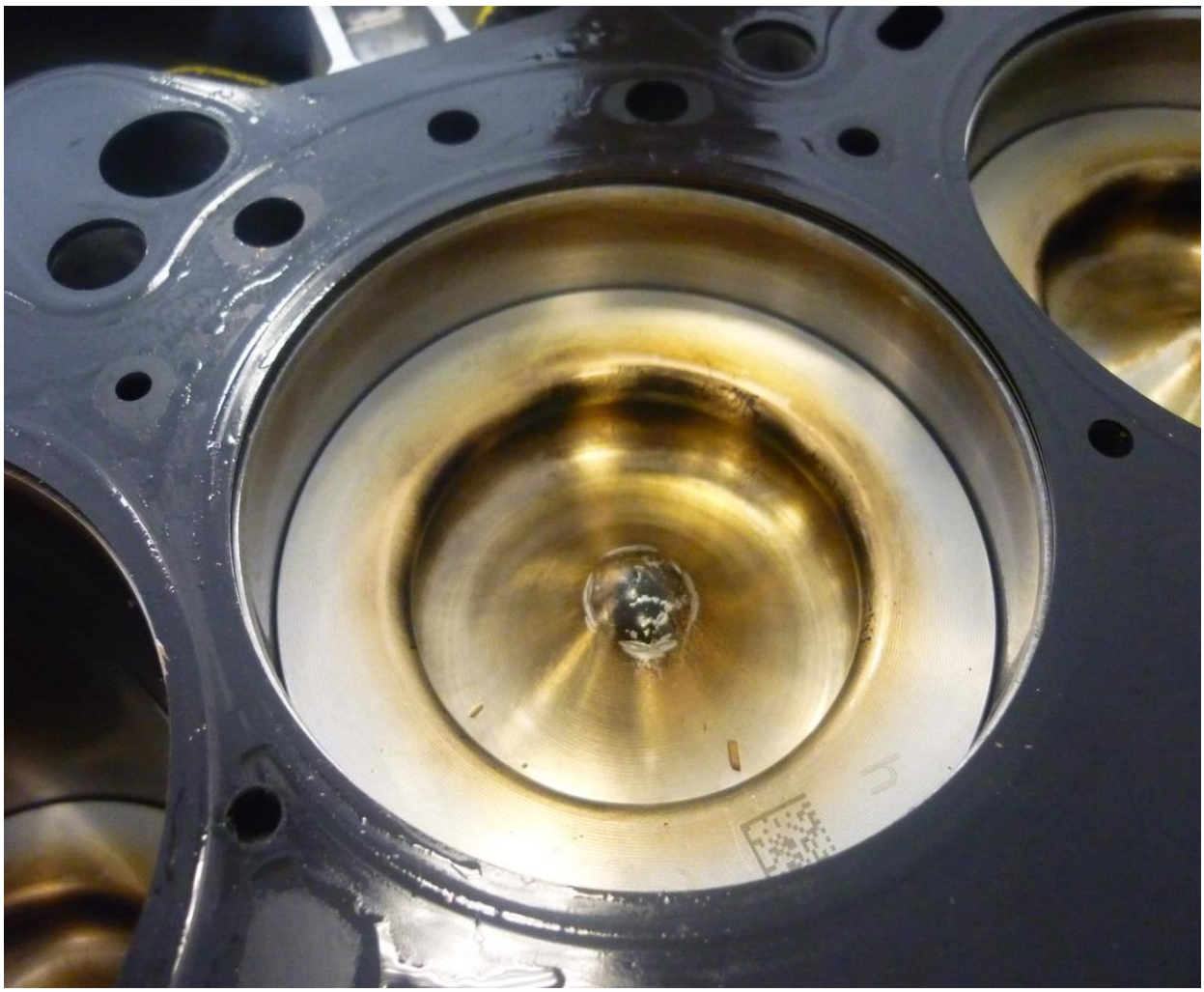
Akademie für Lehrerfortbildung
und Personalführung

Fahrzeugtechnik

Unterrichten in Lernfeldern



Skyactiv Technologie

Optimierung der Verbrennungsprozesse
von Otto- und Dieselmotoren

z.B. Mechanik, Motorabschaltung, Rekuperation

u.a. Lehrplanrichtlinie LF 5 bis 8

Akademiebericht 491

Hinweis:

Die Automobilhersteller und Zulieferer haben im Rahmen der Seminare die Multiplikatoren mit multimedialen Informationen ausgestattet, die in diesem Akademiebericht eingearbeitet worden sind.

Die Verwendung dieser Materialien wird ausschließlich für den Unterricht im staatlichen Bildungsauftrag an Schulen erlaubt.

Konstruktive Kritik zu den (Selbstlern-) Materialien und zu der CD-ROM nehmen wir, im Sinn einer Service- und Qualitätsverbesserung für Sie, gerne entgegen.

Copyright: ALP Dillingen

Anschrift:
Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung
Abteilung 2: Fachdidaktik & Unterrichtsentwicklung
Referat 2.1 (Technische Bildung)

Kardinal-von-Waldburg-Str. 6-7
89407 Dillingen a. d. Donau
Tel.: 09071 53 154
Internet: alp.dillingen.de
E-Mail: direktor@alp.dillingen.de oder direkt an den Referatsleiter.

Deutschland, Bayern, Dillingen an der Donau
http://alp.dillingen.de/publikationen

© alp.dillingen.de

Vorwort

Der Akademiebericht 491 ist ein Beitrag für die Unterrichtsentwicklung im Berufsfeld Fahrzeugtechnik und zur Unterstützung der Energiewende.

Die Inhalte beziehen sich vor allem auf die innovative Technik „Skyactive“ von Mazda. Vor allem im zweiten Ausbildungsjahr stehen die Kompetenzen und Inhalte zur Optimierung der Verbrennungsprozesse von Otto- und Dieselmotoren, incl. Motorabschaltung und Rekuperation im Mittelpunkt.

Die erarbeiteten Unterlagen sind die Basis für die Multiplikation in den regionalen Fortbildungsveranstaltungen. Diese dienen den Lehrkräften zur Aktualisierung ihres Fachwissens und als Unterstützung bei ihrer Unterrichtsvorbereitung im Lehrerteam. Die Thematik ist von den 14 Multiplikatoren vorwiegend für die Zielgruppe Lehrkraft aufbereitet. Der Lehrkraft stehen multimediale Materialien, informative Kurzvideos, aussagekräftige Farbfolien, Vertiefungsfragen und Lernsituationen zur Verfügung.

Alle Unterrichtsmaterialien wurden von Mitgliedern des Redaktionsteams erarbeitet. Die regionalen Fortbildungsveranstaltungen führen Sie im Tandem durch, unterstützt von den Fachmitarbeitern der Regierungen.

Die Akademie bedankt sich für die Durchführung von Seminaren bei den Automobilherstellern und Zulieferern. Stellvertretend für alle Vertreter des Arbeitskreises gilt der Dank der Mazda Motors (Deutschland) GmbH, sowie vor allem der Robert Bosch GmbH für die Organisation und Koordination der Lehrerweiterbildungen.

Die Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung wünscht allen Referenten und Lehrkräften der regionalen Lehrerfortbildung gutes Gelingen beim Einsatz der Lernmaterialien und Freude bei der Lehr- und Lernarbeit mit den Schülerinnen und Schülern.

Dillingen, 22.5.2014

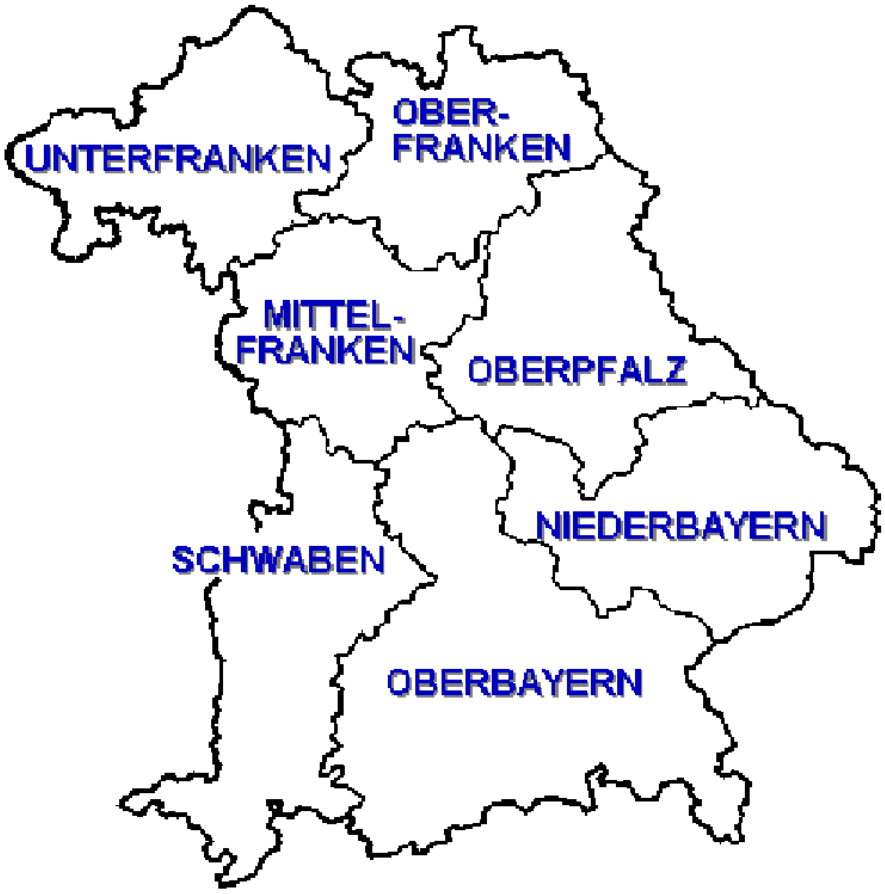
Dr. Paul Olbrich
Direktor der Akademie für
Lehrerfortbildung und Personalführung

Peter J. Hoffmann
OStD, Dipl.Berufspäd.(Univ.)
Abteilungsleiter Fachdidaktik, Unterrichtsentwicklung II

Quellennachweis

Schulungsunterlagen von Mazda Motors (Deutschland) GmbH

eigene Bilder mit Genehmigung
eigene Videos mit Genehmigung



Regierungsbezirke in Bayern
www.schule.bayern.de

Die bayerischen Lehrkräfte sagen herzlichen Dank!

Bewährte Kooperation von Industrie und Schule: Fahrzeugtechnik-Multiplikatorenteam

Leitung: Peter J. Hoffmann und Michael Lotter, ALP

Ziel der schulinternen, regionalen und zentralen Lehrerfortbildung ist es, die fachliche, fachdidaktische und methodische Kompetenz von 350 Lehrkräften an 70 Standorten für Fahrzeugtechnik in Bayern auf dem aktuellen Stand zu halten. Für die fachlichen Fortbildungen aus Erster Hand gibt es seit 1986 das Projekt „Koordinierte Lehrerweiterbildung bei deutschen Automobilherstellern, deutschen Automobilimporteuren und Zulieferern“ (KMK-Vereinbarung). Um der hohen Innovationsgeschwindigkeit in der Automobilentwicklung auch im Kundendienst in der Werkstatt Rechnung tragen zu können, benötigen Hersteller, Werksniederlassungen, Vertrags- und freie Werkstätten gut geschultes Personal. Dies erfordert einen hohen Aufwand in der Ausbildung und in der Nachqualifikation von Fachkräften. Für die Schule bedeutet dies einen zeitgemäßen Unterricht an aktuellen Fahrzeugen und Bauteilen, wie z.B. Elektronik, Getriebe oder Motoren. Die Beruflichen Schulen halten mit der Zusammenarbeit von Regierung, ALP und ihrem Sachaufwandsträgern ihre Lehrkräfte und ihre Ausstattung auf dem neuesten (technischen) Stand.



Organisation und Ablauf des bayerischen Multiplikatorenprojektes

Phase 1: Angebot sichten, Auswählen und Buchung

Phase 2: Fortbildung in einer Kundendienstschule oder einer Institution, z.B. TÜV Süd, BMW, Continental-Teves oder Stahlgruber Stifung

Phase 3: Aufbereitung und Redaktion in der Akademie Dillingen, Publikation

Phase 4: Multiplikation in den 7 Regierungsbezirken mit dem vorbereiteten Unterrichtsmaterial, enge Verknüpfung von Theorie und Praxis

Phase 5: Evaluation, Rückmeldung der Lehrkräfte, Konsequenzen

Phase 6: Umsetzung im Unterricht

Weitere Informationen, z.B. die systemischen Voraussetzungen finden sie in der Zeitschrift **„Die Berufsbildende Schule“ vom Januar 2010**, S 19ff (Autor Peter J. Hoffmann, ALP Dillingen), direkt an der Akademie oder bei einem der Multiplikatioren.

Kraftfahrzeugmechatroniker

LPR Bayern von Juli 2013 (Entwurf)

- Unterscheide: Lehrplan – Rahmenlehrplan – Lehrplanrichtlinie
- Seit der Neuordnung in Lernfeldern gibt es keine „Lehrpläne“ mehr
  - Wir haben einen **Rahmenlehrplan** (RLP), bundesweite Vorgabe
  - und eine **Lehrplanrichtlinie** (LPR) Bayern,
    Umsetzung des RLP in Bayern.

  Die Lernfelder sind authentisch übernommen (Copy & Paste). Lediglich die ersten allgemeinen Seiten in der LPR stellen den bayerischen Standpunkt dar; z.B. in der Einführung

  1. Bildungs- und Erziehungsauftrag der Berufsschule
  2. Ordnungsmittel und Stundentafel
  3. Leitgedanken für den Unterricht an Berufsschulen
  4. Verbindlichkeiten der Lehrplanrichtlinien
  5. Übersicht über die Fächer und Lernfelder
  6. Berufsbezogene Vorbemerkungen

Dann folgen die einzelnen Lernfeldern mit der **Kompetenzerwartung**,
incl. der Inhalte (in Klammer).

Die Lehrplanrichtlinien (ab 2012) sind jetzt leichter umsetzbar, im Sinne der systematischen Planung von Kompetenzorientierten Unterricht. Die Lehrplankommissionen wurden vertiefter ausgebildet.

Die Kernkompetenz eines Lernfeldes finden Sie im ersten **fettgedruckten Satz** eines Lernfeldes (Leitfaden DJ Seite 8).

Weitere Erklärungen und eine Einführung in die Verwendbarkeit und Umsetzung der Lehrplanrichtlinie erhalten Sie im **Leitfaden Didaktische Jahresplanung**
(DJ, ALP/ISB 2012, Bestellnummer: 482 an der ALP)

https://alp.dillingen.de/publikationen/suche/publikation.html?Nr=482

oder Download der pdf-Datei über ISB Bayern

oder **auf der beiliegenden DVD unter „Service“**.

Auf der Bestellseite der Akademie finden Sie auch einen Link zum Download der Vorlagen des Anhanges zur Verwendung im Kollegium (*.doc zur individuellen Anpassung, z.B. Schullogo, ...).

Aufbereitung, Redaktion und Multiplikation 2013/2014

Team	Thomas	OStR	Berufliches Schulzentrum Hof - Stadt und Land
Oberfranken	Heinrich		Schulort Münchberg
	Christian Sommer	FL	Staatliche Berufsschule 1 Bayreuth
Team	Jochen	FOL	Staatliche Berufsschule
Mittelfranken	Eger		Weißenburg
	Richard	FOL	Staatliche Berufsschule Nürnberger Land
	Mantsch		Lauf an der Pegnitz
	Torsten	StR	Staatliche Berufsschule
	Frentz		Roth
Team	Leo	FOL	Stattliche Berufsschule 1
Unterfranken	Greier		Schweinfurt
	Peter	OStR	Staatliche Berufsschule
	Dacho		Bad Kissingen
Team	Reinhard	FL	Staatliche Berufsschule
Schwaben	Nigg		Immenstadt
	Franz	OStR	Staatliche Berufsschule
	Schmolke		Nördlingen
Oberpfalz	Werner	FOL	Staatliches Berufliches Schulzentrum
	Schwägerl		Wiesau
Niederbayern	Gerhard	OStR	Staatliche Berufsschule 1
	Wilfling		Deggendorf
Oberbayern	Alfred	StR	Staatliche Berufsschule 1
	Pongratz		Ingolstadt
Teamleitung	Michael Lotter	OStR	Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung (ALP) Referat E-Learning, Berufliche Schulen (5.5.4)
	Peter J. Hoffmann	OStD	Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung (ALP) Referat Technische Bildung (2.1)

Inhaltsverzeichnis

Material geordnet nach Kapitel: (Beachten Sie die Dateinamen, unten rechts auf jeder Seite)

- Technische Information (info*.doc)
- Lehrerleitfaden (lehrerleitfaden*.doc)
- Arbeitsblatt (mit und ohne Lösung) (ab*.doc, bzw. abl*.doc)
- Ordner mit Bildern und ggf. weiterem multimedialem Material

Arbeitsblatt leer (ab*.doc) und Extras(Präsentationen, etc.) finden Sie nur auf der DVD.
Sie können Ihren Bedürfnissen und dem Layout Ihrer Schule angepasst werden.

Nr.	Inhalt	Material	Seite
1	**Einleitung, Überblick**		1
2.	**Ottomotor - Skyactive G**	**Info**	**2**
2.1	Zylinderblock	Info	3
2.2	Kolben	Info	4
2.3	Pleuel	Info	5
2.4	Kurbelwelle	Info	6
2.5	Zylinderkopf	Info	7
2.6	Nockenwellen, elektrische variable Nockenwellenverstellung	Info	8 ff
2.7	Nebenaggregate Antriebsriemen	Info	15
2.8.	Schmierung, Ölpumpe Motorölmagnetventil, Druckregelung, Ölsprühleitungen	Info	16 ff
2.9	Kühlsystem, Wasserpumpe	Info	24
2.10	Abgasanlage / System	Info	26
zu 2.	Schmierung, Abgasanlage	Arbeitsblätter (AB, ABL) PPT auf DVD	ab 28 ff
3.	**Dieselmotor - Skyactiv G**	**Info**	**31**
3.1	Motormechanik	Info	31
3.2	Ansaugluftsystem	Info	50
3.3	Vorglühanlage	Info	51
3.4	Kraftstoffsystem	Info	52
3.5	Abgassystem	Info	53
3.6	Kühlsystem	Info	55
zu 3.	Dieselmechanik	Arbeitsblätter (AB, ABL) PPT auf DVD	ab 57 ff

4.	**Motorabschaltung** **Motor-start-Stop (i-stop)**	**Info**	**58**
4.1	Motorstopp-Steuerung	Info	60
4.2	Motorstart-Steuerung	Info	66
4.3	Batterie	Info	70
4.4	DC/DC-Wandler	Info	71
4.5	i-stop-Kontrollleuchte/Warnleuchte	Info	72
zu 4.	Material	Arbeitsblätter (AB, ABL) PPT auf DVD	74 f
5.	**Rekuperation** **i-ELOOP**	**Info**	**76**
5.1	Schaltplan i-ELOOP	Info	77
5.2	Die drei Hauptkomponenten des i-ELOOP Systems: Generator, Kondensator, DC-DC-Wandler	Info	78 ff
5.3	Betriebsarten		86 ff
5.4	i-ELOOP-Anzeige		96
5.5	Wartung		97
zu 5.	Material	Arbeitsblätter (AB, ABL) PPT auf DVD	ab 100 ff

Anhang

siehe beiliegender CD/DVD (Impressum, Service, …)

Hinweis für die Nutzung der aussagekräftigen Grafiken

Aus Kostengründen wurde der Druck für Sie zur Übersicht in schwarz/weiß ausgeführt. Alle Grafiken befinden sich in den entsprechenden Dokumenten in Farbe auf der DVD. Die Präsentation über einen Beamer oder ein Farbausdruck ist jederzeit möglich.
Ebenso können die „Advance Organizer“ (siehe Methodenkiste) und die Schaltpläne entsprechend gedruckt oder geplottet werden.

Tipp: Der Dateiname für das Finden der Datei auf der DVD befindet sich auf jedem Dokument unten rechts.

1. Einleitung/Überblick

Das Skyactiv Konzept von Mazda

In Zeiten immer schärferer Abgasnormen wird von allen Automobilherstellern erheblicher Aufwand betrieben um diese Normen zu erfüllen. Die Skyactiv Technologie von Mazda ist ein Gesamtkonzept, welches sowohl die Otto- als auch die Dieselfahrzeuge für die weltweit verschärften Abgasgesetze tauglich macht.

Bei Mazda hat man bewusst von alternativen Antriebskonzepten wie Hybrid, Gasantrieb und Elektromobilität Abstand genommen und sich auf die Optimierung der Verbrennungsprozesse von Otto- und Dieselmotoren konzentriert.

Bei einem gewöhnlichen Verbrennungsmotor wird der Großteil der im Kraftstoff enthaltenen Energie durch vier Hauptverluste verschwendet: Abgasverlust, Kühlverlust, Pumpverlust und mechanischer Verlust.

Die kontrollierbaren Faktoren bei der Motorenentwicklung sind Verdichtungsverhältnis (Expansionsverhältnis), Luft-/Kraftstoffverhältnis, Verbrennungsdauer, Verbrennungszeitpunkt, Pumpverlust und mechanische Reibung. Die Optimierung dieser Faktoren bedeutet nichts anderes als die Verringerung von Verlusten und Erhöhung des Wirkungsgrads des Verbrennungsmotors.

Hierzu wurden vor allem viele Innovationen in die Motorentechnik aufgenommen. So baut Mazda als derzeit einziger Hersteller weltweit sowohl einen Otto- als auch einen Dieselmotor mit dem Verdichtungsverhältnis 14. Der Ottomotor ist dabei der aktuell am höchsten verdichtende Motor, der Diesel dagegen der mit dem niedrigsten Verdichtungsverhältnis. Der Skyactiv Diesel ist der weltweit einzige Diesel, der ohne Ad – Blue Einspritzung die Euro 6 Norm erfüllt.

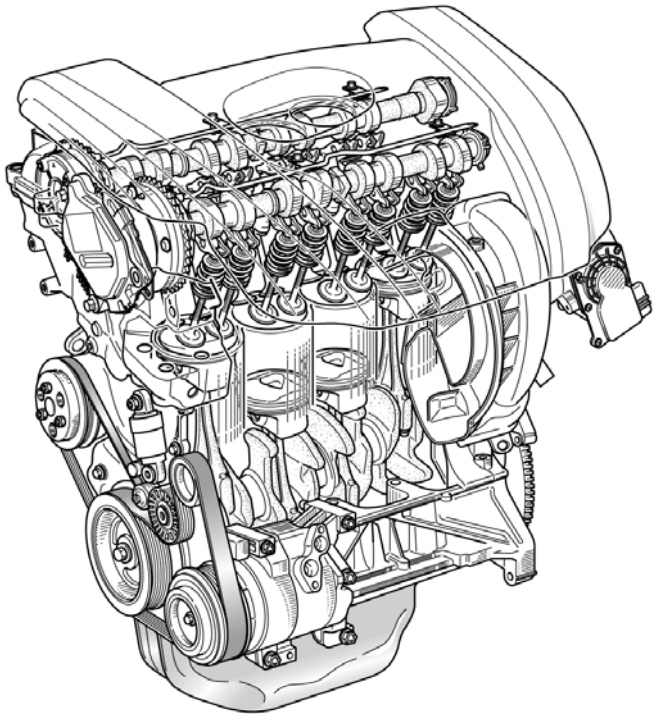
Die Effizienz der Motoren wird dabei durch ein Gesamtpaket aus Aerodynamik, konsequentem Leichtbau (der aktuelle Mazda 6 ist ca. 300 kg leichter als das Vorgängermodell), geregelter Motorabschaltung (i-Stop), Rekuperation (i-Eloop) über einen Kondensator und Vermeidung möglicher Verluste im Antriebsstrang ergänzt.

Dieser Bericht stellt Skyactiv mit den Schwerpunkten Ottomotor, Dieselmotor, Motorabschaltung und Rekuperation vor.

2. Motormechanik

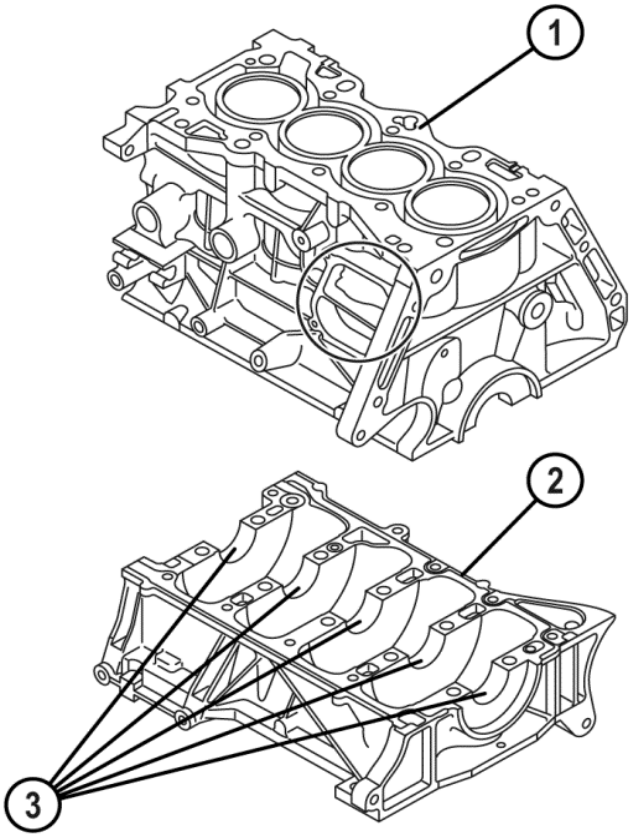
Zu den wesentlichen technischen Innovationen des neuen SKYACTIV-G gehören folgende Merkmale:

- DOHC-Motor (Double Overhead Camshaft = zwei obenliegende Nockenwellen) mit Steuerkette und VVT (Variable Valve Timing = variable Nockenwellenverstellung) für Einlass- und Auslassnockenwelle, Ventilbetätigung durch Rollenschlepphebel, Hydrostößel und leichte Kolben mit Mulde
- Schmiersystem mit zweistufiger Öldruckregelung und Ölsprühleitungen
- Kühlsystem mit Wasserpumpe und geschlossenem Flügelrad
- Ansaugluftsystem mit einer durch die Auslassnockenwelle angetriebenen Unterdruckpumpe
- Kraftstoffsystem mit Hochdruck-Benzindirekteinspritzung, neuen Injektoren und einem Kraftstoffpumpen-Steuergerät
- Zündanlage mit Einzelfunken-Zündspulen und integrierten Ionensensoren
- Abgassystem mit 4-2-1-Abgaskrümmer
- Ladesystem mit einem DC-DC-Wandler (Direct Current - Direct Current = Gleichstrom – Gleichstrom)
- Start-Stoppsystem (i-stop-System) mit einer einzigen Batterie
- Steuerungssystem mit Einlass- und Auslass-CMP-Sensoren (Camshaft Position = Nockenwellenstellung)



2.1 Der Zylinderblock

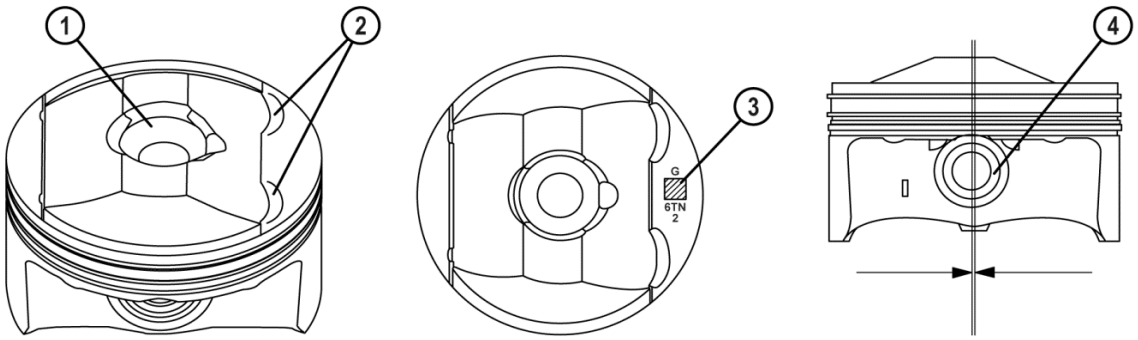
- Der Zylinderblock besitzt nach oben offene Wasserkanäle und besteht aus einem oberen Zylinderblock und einem unteren Zylinderblock, die beide aus Aluminiumlegierung hergestellt sind.
- Der untere Zylinderblock enthält die unteren Lagerdeckel und ist mit dem oberen Zylinderblock und den oberen Hauptlagerdeckeln verschraubt.
- Der Zylinderblock kann nicht nachgearbeitet werden, wenn der maximale Verzug oder eine Zylinderbohrung den zulässigen Wert überschreitet



1	Oberer Zylinderblock	3	Unterer Lagerdeckel
2	Unterer Zylinderblock		

2.2 Der Kolben

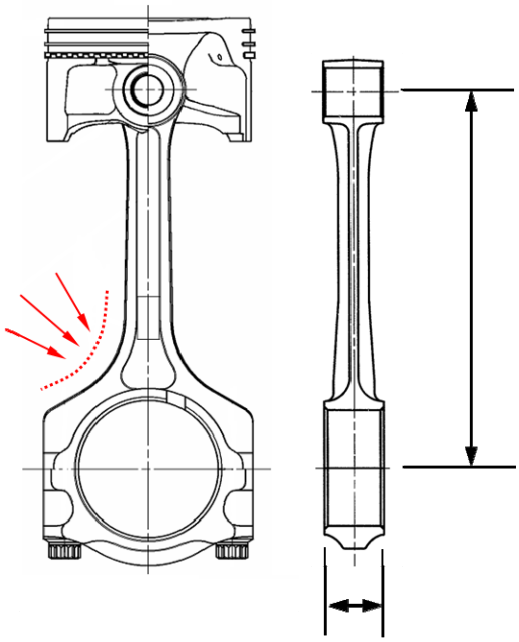
- Die leichten Kolben haben einen relativ kleinen Kolbenschaft, der zur Verringerung der Reibung beschichtet ist. Der Kolbenboden hat eine tiefe Mulde zur Erzeugung eines geschichteten Luft-/ Kraftstoffgemischs im Bereich um die Zündkerze, wodurch eine unkontrollierte Flammausbreitung verhindert wird.
- Am Kolbenboden befindet sich oben zwischen den beiden Vertiefungen für die Ventile eine Kennzeichnung der Einlassseite für den Wiederzusammenbau.
- Der Kolben ist über einen durch zwei Sicherungsringe gesicherten schwimmenden Kolbenbolzen mit dem Pleuel verbunden.



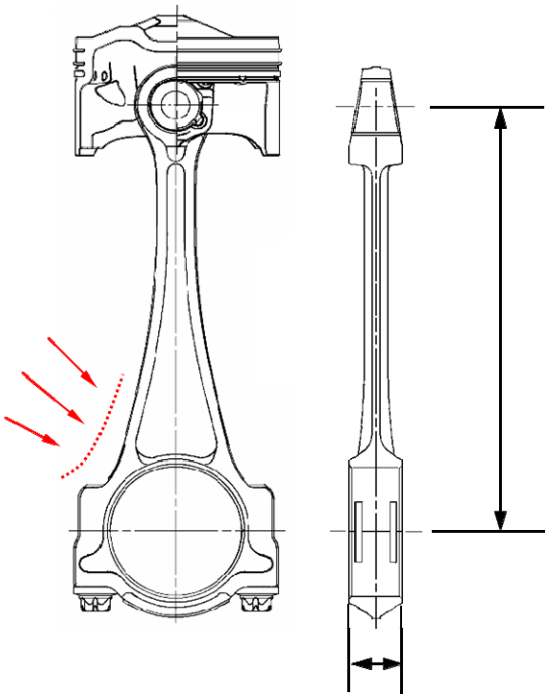
1	Kolbenmulde	3	Markierung (Einlassseite)
2	Vertiefungen für die Einlassventile	4	Kolbenbolzen

2.3 Das Pleuel

- Die Pleuel bestehen aus geschmiedetem Stahl. In Verbindung mit einer optimierten Form wurden zusätzliche Gewichtseinsparungen und somit eine geringere Trägheitsmasse erreicht.
- Das Pleuel ist kontrolliert bruchgetrennt, d. h. der Lagerdeckel des Pleuels wird durch die Konturen der Bruchoberfläche korrekt an das Pleuel angesetzt.
- Die geringe Größe des Pleuelfußes und der Lager trägt zur Herabsetzung der Reibung am Kurbelwellenlagerzapfen bei.



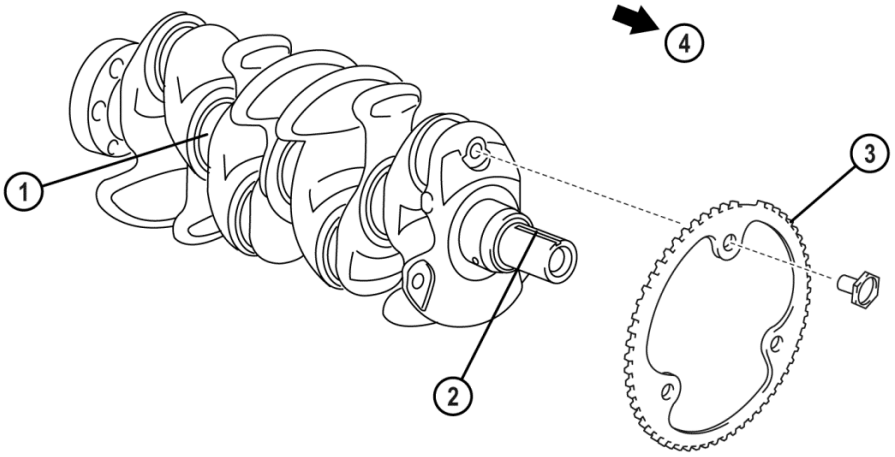
Bisher



Skyactiv

2.4 Die Kurbelwelle

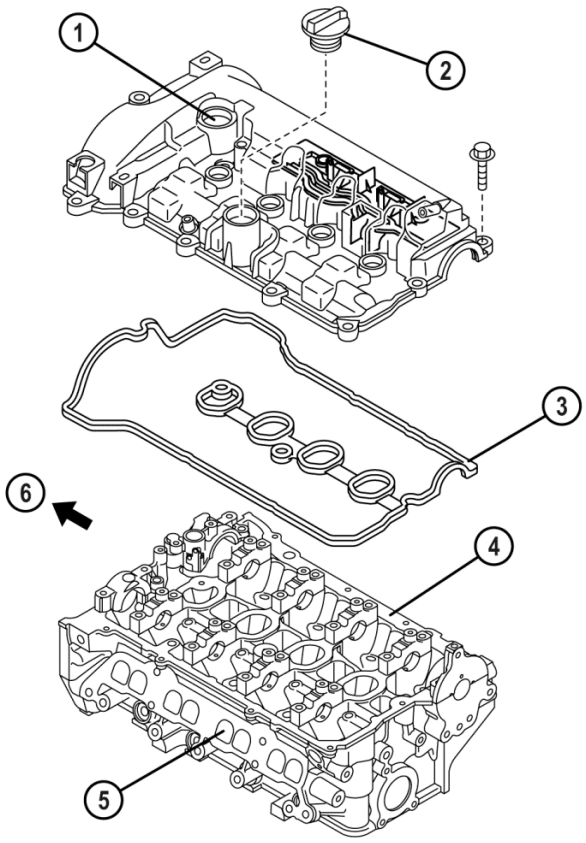
- Die Kurbelwelle ist 5-fach gelagert und hat 8 Ausgleichsgewichte. Am vorderen Ende trägt sie das Antriebsritzel für die Steuerkette und ein Hohlrad zum Antrieb der Ölpumpe, die beide mit einem Keil positioniert und gegen Drehen gesichert sind. Am vorderen Ende ist zudem ein Drehschwingungs-dämpfer angebracht.
- Die Kurbelwelle trägt ferner den **CKP**-Sensorring (**C**ran**k**shaft **P**osition = Kurbelwellenstellung), der an den vorderen Kurbelwellenlagerzapfen / Aus-gleichsgewicht geschraubt ist.



1	Kurbelwelle	3	Sensorring
2	Keilnut	4	Motorvorderseite

2.5 Der Zylinderkopf

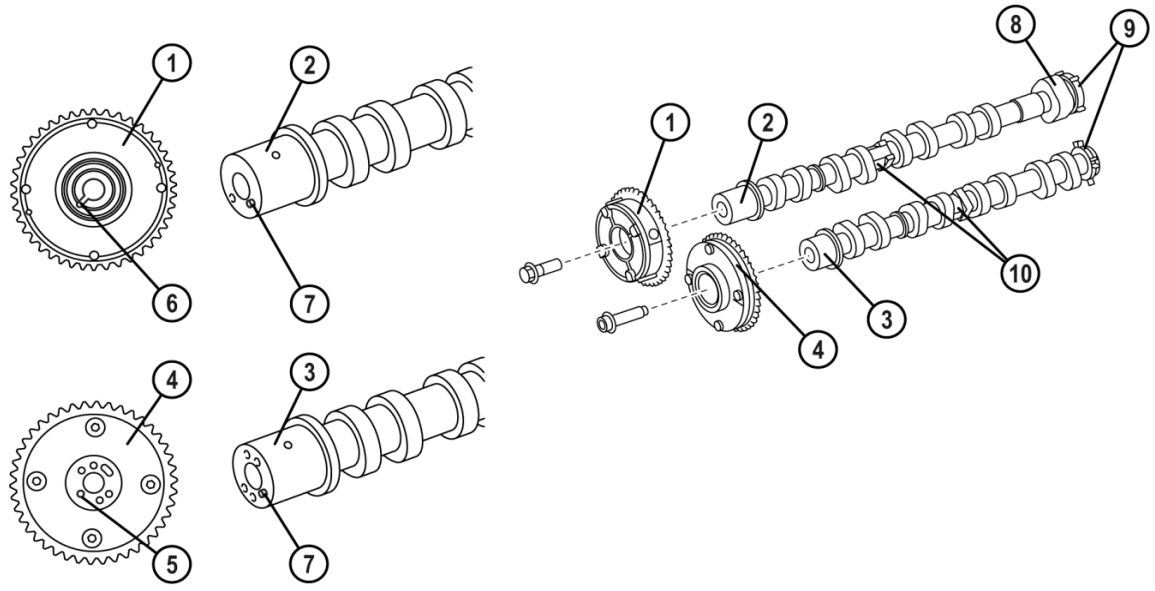
- Der Zylinderkopf besteht aus einer Aluminiumlegierung. Der Zylinderkopfdeckel ist zur Gewichtsreduzierung aus Kunststoff gefertigt. Neben der Einbauöffnung für das **OCV** (**O**il **C**ontrol **V**alve = Ölregelventil) ist er auch mit der Einführöffnung für den Ölmessstab versehen.
- Der Zylinderkopf kann nicht nachgearbeitet werden, wenn der maximale Verzug den zulässigen Wert überschreitet.



1	OCV-Einbauöffnung	4	Zylinderkopf
2	Öleinfülldeckel	5	Einlassseite
3	Zylinderkopfdeckeldichtung	6	vorne

2.6 Die Nockenwellen

- Die aus Gusseisen gefertigten Nockenwellen werden über eine Steuerkette durch die Kurbelwelle angetrieben.
- Beide Nockenwellen besitzen einen VVT[1]-Mechanismus mit einer Aussparung, die mittels Fixierstift auf der Nockenwelle positioniert werden muss.
- Beide Nockenwellen haben ein Sechskantprofil, so dass sie gedreht oder festgehalten werden können, falls erforderlich.
- Am hinteren Ende der Auslassnockenwelle befinden sich eine Aussparung zum Antrieb der Unterdruckpumpe und ein Nocken zum Antrieb der Hochdruckpumpe.
- Wegen der VVT an beiden Nockenwellen gibt es auch zwei Sensoren für die Nockenwellenposition, an den hinteren Enden der Nockenwellen.

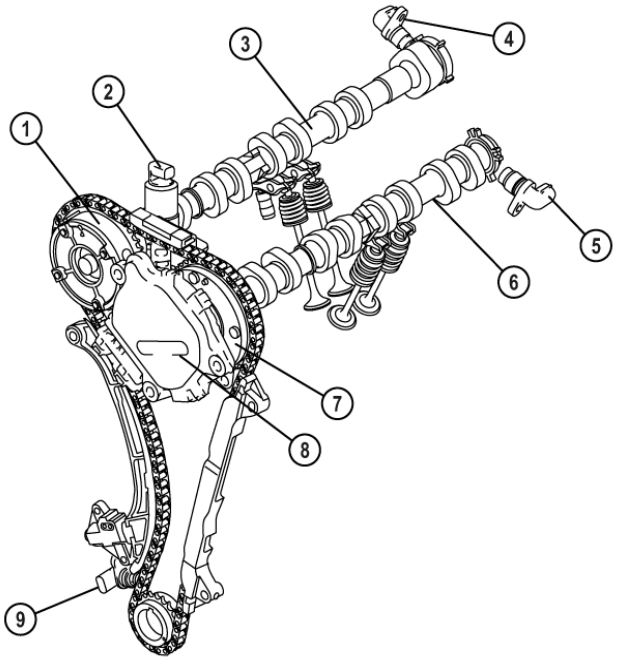


1	VVT-Mechanismus der Auslassnockenwelle	6	Einkerbung
2	Auslassnockenwelle	7	Fixierstift
3	Einlassnockenwelle	8	Hochdruckpumpen-Antriebsnocken
4	VVT-Mechanismus der Einlassnockenwelle	9	Impulsgeber
5	Positionieröffnung	10	Sechskantprofil

[1] Variable Valve Timing

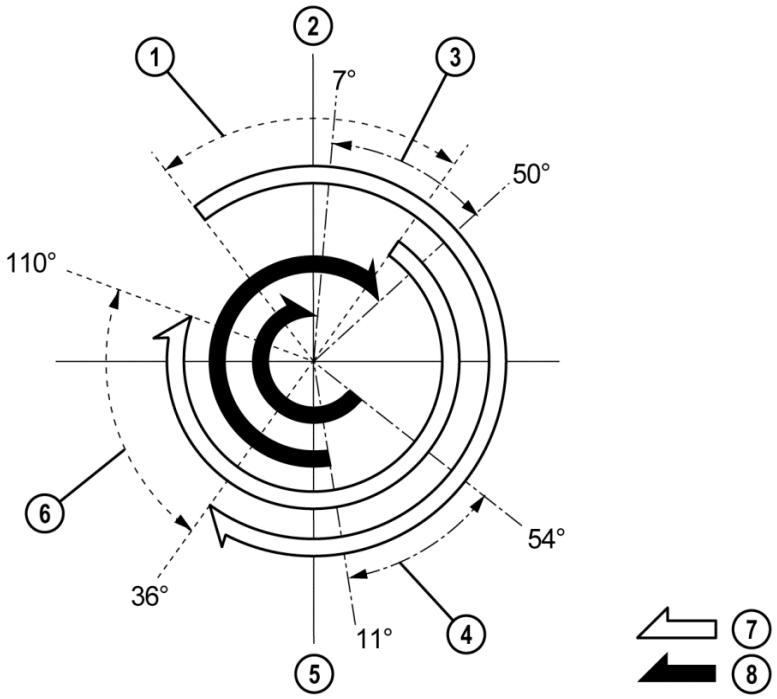
2.6.1 Variable Nockenwellenverstellung

- Die VVT ändert die Phasen der Einlass- und Auslassnockenwelle gegenüber der Kurbelwelle, um die Steuerzeiten in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen des Motors zu optimieren.
- Der VVT-Mechanismus an der Auslassnockenwelle wird hydraulisch betätigt, der VVT-Mechanismus der Einlassnockenwelle wird elektrisch betätigt.
- Der hydraulische VVT-Steller auf der Auslassseite wird über das OCV in Abhängigkeit vom Signal des **PCM** (**P**owertrain **C**ontrol **M**odule = Motorsteuergerät) betätigt. Aufbau und Funktionsweise sind ähnlich wie bei den VVT-Stellern, die bei der aktuellen Benzinmotorbaureihe an den Einlassnockenwellen zum Einsatz kommen.
- Der VVT-Steller auf der Einlassseite wird von einem Elektromotor in Abhängigkeit des Signals vom PCM betätigt.
- Die Stellungen der Ein- und Auslassnockenwelle werden zur Überwachung der Phasenwinkel unabhängig von zwei Nockenwellenstellungs - Sensoren erfasst.



1	Steller der hydraulischen VVT	6	Einlassnockenwelle
2	OCV (Oil Control Valve)	7	Steller der elektrischen VVT
3	Auslassnockenwelle	8	Motor der elektrischen VVT
4	Auslassnockenwellenstellungs-Sensor	9	Kurbelwellenstellungs-Sensor
5	Einlassnockenwellenstellungs-Sensor		

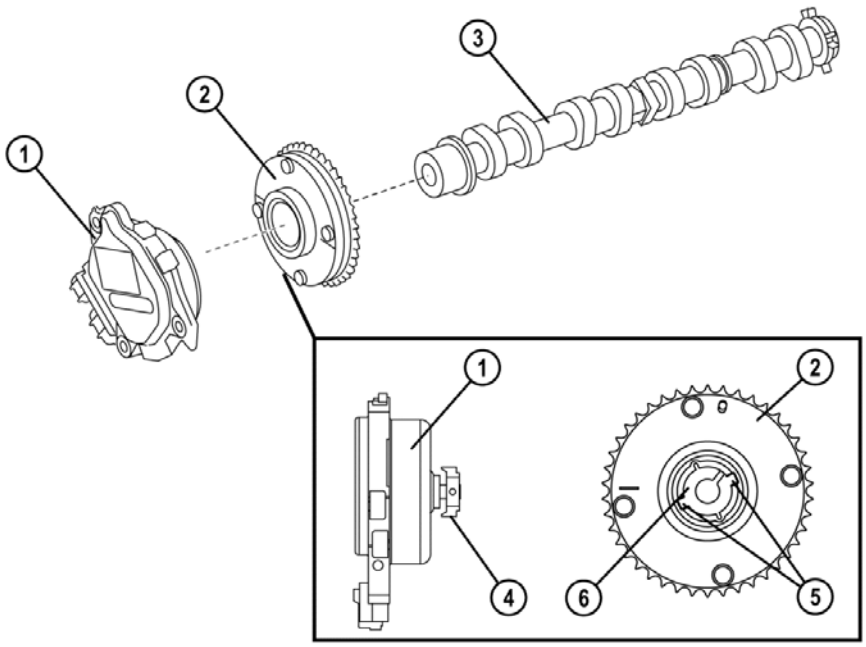
Die VVT ermöglicht einen variablen Phasenverstellungsbereich von 43° **CA** (**C**rankshaft **A**ngle = Kurbelwellenwinkel) für die Auslassnockenwelle und einen variablen Phasenverstellungsbereich von sogar 74° CA für die Einlassnockenwelle.



1	Variabler Bereich der Einlassventilöffnung	5	UT
2	OT	6	Variabler Bereich der Einlassventilschließung
3	Variabler Bereich der Auslassventilschließung	7	Einlass
4	Variabler Bereich der Auslassventilöffnung	8	Auslass

2.6.2 Die elektrische variable Nockenwellenverstellung

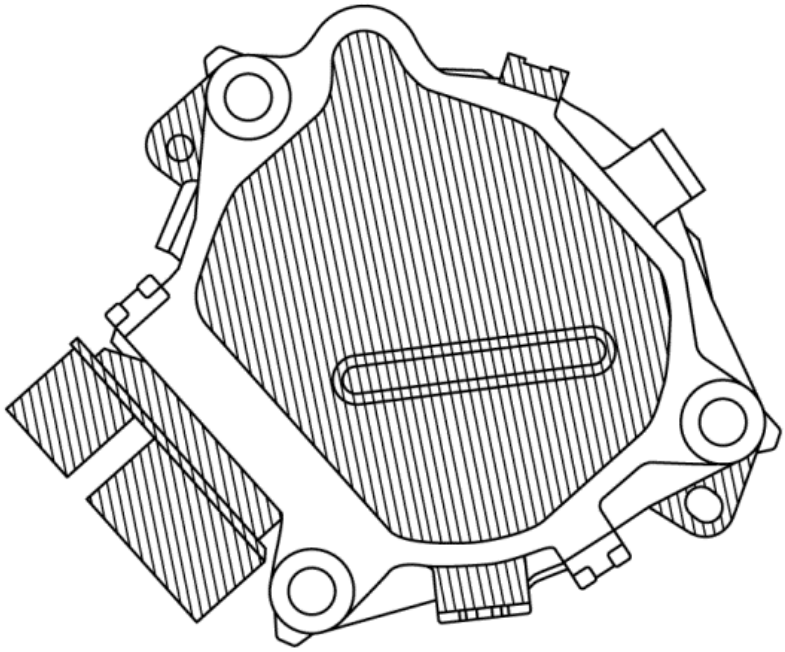
- Die elektrische VVT bietet den Vorteil, dass sie nicht durch die Fließfähigkeit des Motoröls beeinflusst wird, die je nach Temperatur schwankt. Da es keine Hydraulikkammern gibt, die den variablen Bereich der Phasenverstellung begrenzen, ermöglicht der Steller einer elektrischen VVT einen größeren variablen Bereich. Außerdem weist die elektrische Vorrichtung ein besseres Ansprechverhalten auf und ermöglicht eine genauere Steuerung als eine hydraulische Vorrichtung.
- Die elektrische VVT besteht aus dem Motor der elektrischen VVT und dem Steller der elektrischen VVT.
- Der Motor der elektrischen VVT ist an die vordere Motorabdeckung gebaut und betätigt den an der Einlassnockenwelle befestigten Steller der elektrischen VVT mittels eines Mitnehmers an der Motorwelle, der in den Mitnehmernut der Exzenterwelle des Stellers der elektrischen VVT eingreift.



1	Motor der elektrischen VVT	4	Mitnehmer
2	Steller der elektrischen VVT	5	Mitnehmernut
3	Einlassnockenwelle	6	Exzenterwelle

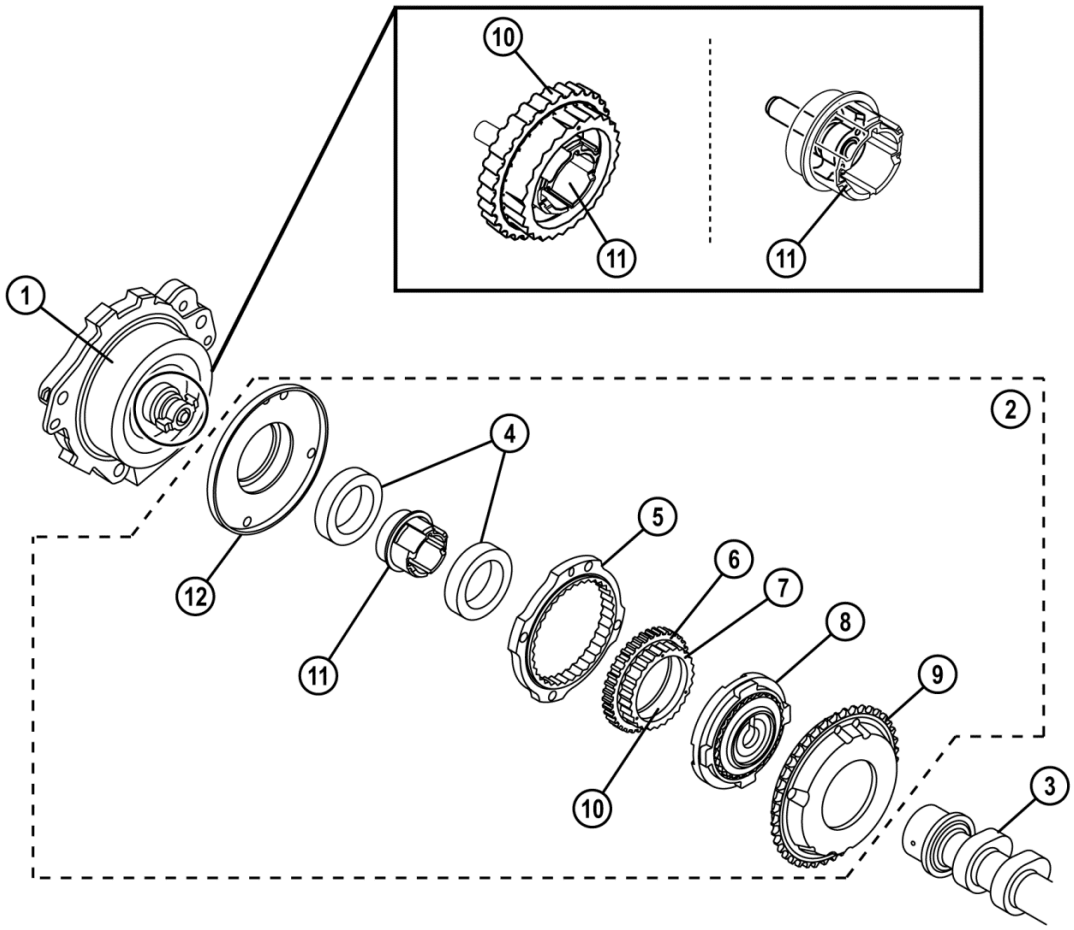
2.6.3 Motor der elektrischen variablen Nockenwellenverstellung

- Beim Motor der elektrischen VVT handelt es sich um einen bürstenlosen Elektromotor. Die Spannungsversorgung des Motors erfolgt über ein separates Relais der elektrischen VVT. Die Drehgeschwindigkeit des Motors beruht auf dem Signal des PCM in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen des Motors. Ein Drehzahlsensor im Motor überwacht die Motordrehzahl.
- Um die Steuerzeiten der Einlassventile konstant zu halten, wird die Drehzahl des Motors der elektrischen VVT mit der Drehzahl der Einlassnockenwelle identisch gehalten.
- Zur Frühverstellung der Steuerzeiten der Einlassventile ist die Drehzahl des Motors der elektrischen VVT höher als die Drehzahl der Einlassnockenwelle.
- Zur Spätverstellung der Steuerzeiten der Einlassventile ist die Drehzahl des Motors der elektrischen VVT niedriger als die Drehzahl der Einlassnockenwelle.



2.6.4 Steller der elektrischen variablen Nockenwellenverstellung

- Die Phasenverstellung durch den Steller der elektrischen VVT erfolgt in Abhängigkeit von der Drehzahl des Motors der elektrischen VVT, der die Exzenterwelle antreibt, die mit dem Planetenrad des Stellers der elektrischen VVT in Eingriff ist.
- Das Planetenrad besteht aus zwei Teilplanetenrädern:
  Einem großen Planetenrad welches über das Hohlrad mit dem Antriebsrad der Einlassnockenwelle verbunden ist, und einem kleinen Planetenrad welches über das Nockenwellenrad mit der Einlassnockenwelle verbunden ist.



1	Motor der elektrischen VVT	7	Kleines Planetenrad
2	Steller der elektrischen VVT	8	Nockenwellenrad
3	Einlassnockenwelle	9	Einlassnockenwellenrad
4	Lager	10	Planetenrad
5	Hohlrad	11	Exzenterwelle
6	Großes Planetenrad	12	Abdeckung

1. Erklären Sie kurz mit eigenen Worten das Motor-Start-Stopp- System i-stop von Mazda.

   Das i-stop-System von Mazda stellt den Motor öfter automatisch ab als frühere Systeme und erhöht so den Wirkungsgrad noch weiter.
   Die i-stop-Steuerung umfasst die Funktionen Motorstopp-Steuerung, Motorstart-Steuerung, Ansteuerung der elektrischen AT-Ölpumpe und Berganfahrassistent.
2. Das folgende Blockdiagramm gibt einen Überblick über die Ein- und Ausgabegeräte des PCM für die i-stop-Steuerung. Nenne mindestens sieben Eingabegeräte und mindestens fünf Ausgabegeräte des PCM für die i-stop-Steuerung.

1	*APP-Sensor Nr. 1 und Nr. 2 (Accelerator Pedal Position Sensor)*	→	*PCM (powertrain control module) Motorsteuergerät*	→	*Zündspule*
2	*TP-Sensor Nr. 1 und Nr. 2 (Throttle position)*	→		→	*Drosselklappen-steller*
3	*ECT-Sensor (Engine Coolant Temperature sensor)*	→		→	*Generator (Feldwicklung)*
4	*IAT-Sensor Nr. 1 (Intake Air Temperature)*	→		→	*Kraftstoff-injektor*
5	*Bremsschalter Nr. 1*	→		→	*Kraftstoff-injektorrelais*
6	*Stromsensor*	→		→	*DC-DC-Wandler*
7	*Bremskraftverstärker-Unterdrucksensor*	→		→	*Motor der elektrischen VVT (Variable valve timing)*
8	*CKP-Sensor (Crankshaft Position Sensor)*	→		→	*Relais der elektrischen VVT*
9	*Batterie*	→	*Baro-Sensor (Atmosphärendruck-sensor)*	→	*Anlasserrelais*
10	*Kupplungspedal-Hubsensor*	→			
11	*CPP-Schalter (clutch pedal position switch)*	→			
12	*Anlasssperrschalter*	→			
13	*Fahrstufensensor ATX (Automatic Transaxle)*	→			
14	*Neutralschalter Nr. 1 und Nr. 2*	→			
15	*CAN (TCM, DSC HU/CM, FBCM, RBCM, SSU, EHPAS CM, IC)*	→		→	*CAN (TCM, DSC HU/CM, FBCM, RBCM, SSU, EHPAS CM, IC)*

Erläutere die Besonderheit des i-stop-Systems beim Abstellen des Motors. Ergänze dazu die fehlenden Begriffe in der Legende.

Kraftstoffeinspritzsteuerung (Kraftstoffabschaltung)

- *Die Motordrehzahl wird durch Kraftstoffabschaltung herabgesetzt*

Elektronische Drosselklappensteuerung (Drosselklappenbetätigung)

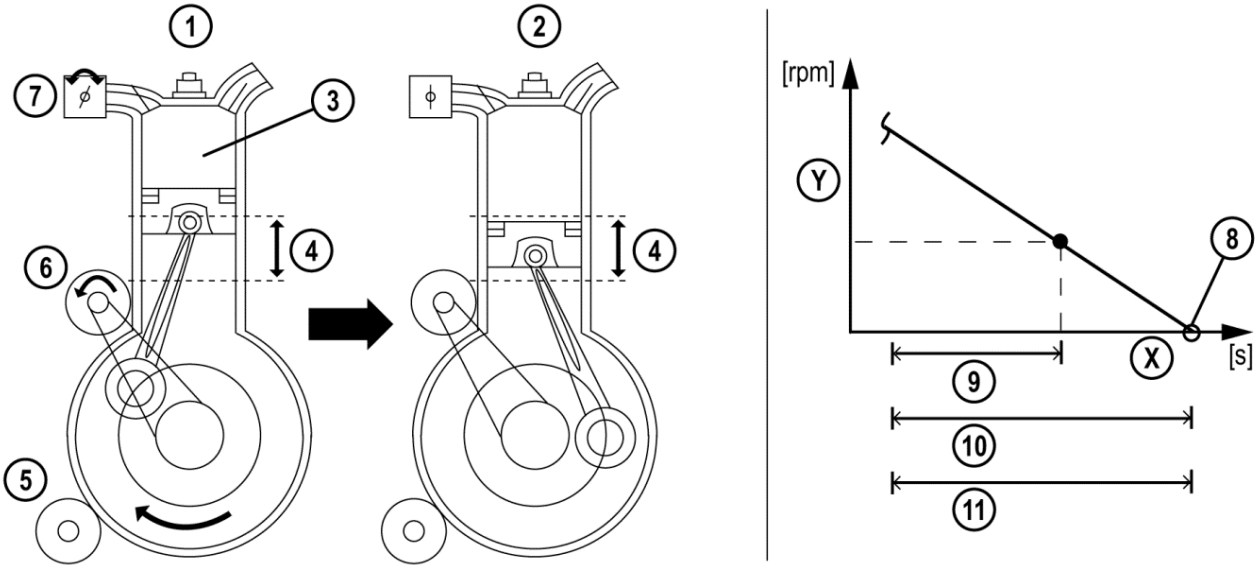
- *Die Motordrehzahl wird durch Einstellung des Drosselklappenstellungswinkels gesenkt und der Motor wird unter Ausnutzung des Pumpwiderstands abgestellt*

Steuerung der elektrischen variablen Nockenwellenverstellung (maximale Spätverstellung der Einlassnockenwelle)

- *Zur Vorbereitung auf das Starten durch i-stop erfolgt eine maximale Spätverstellung der Einlassnockenwelle*

Generatorregelung (Generatorlast)

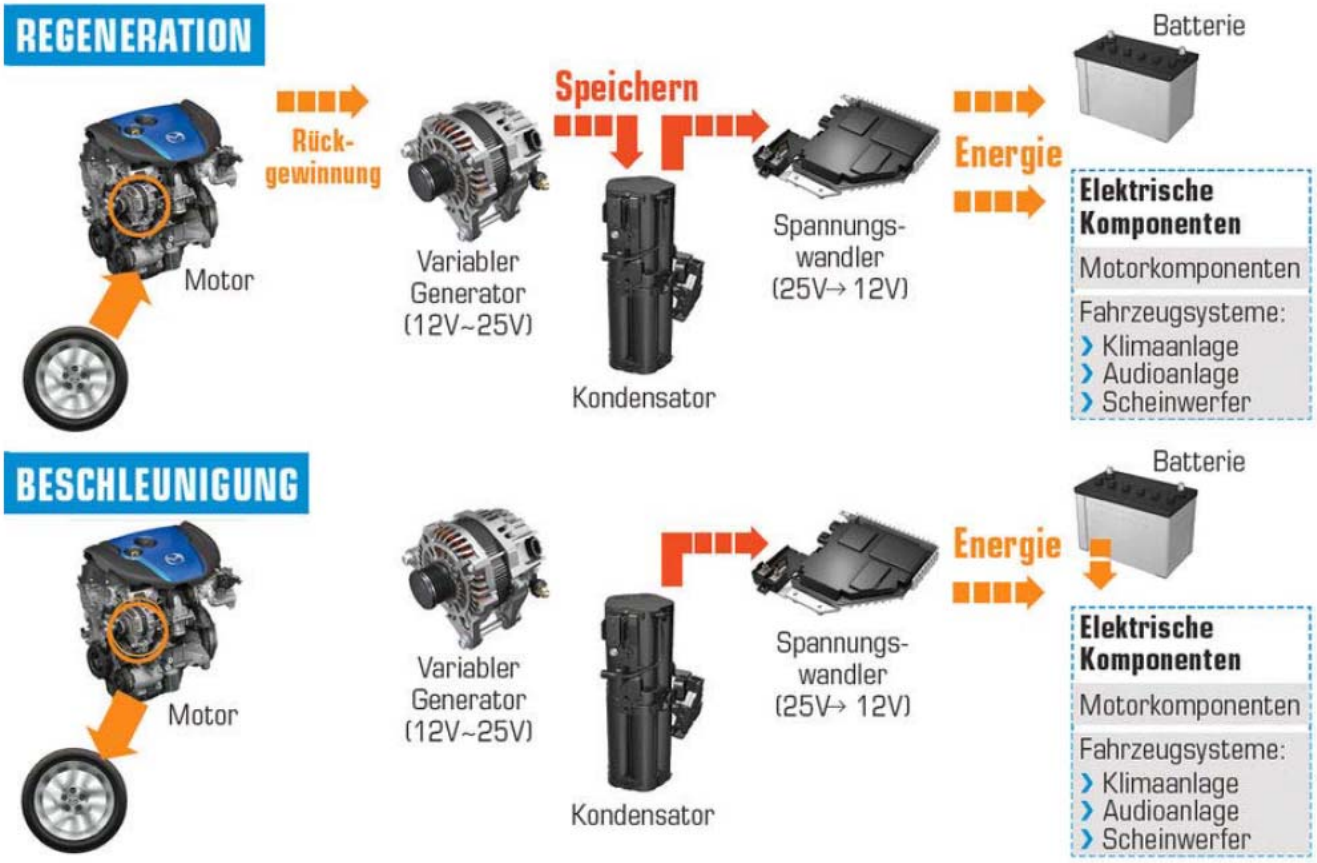
- *Die Motordrehzahl wird durch Erhöhung der Generatorlast herabgesetzt*



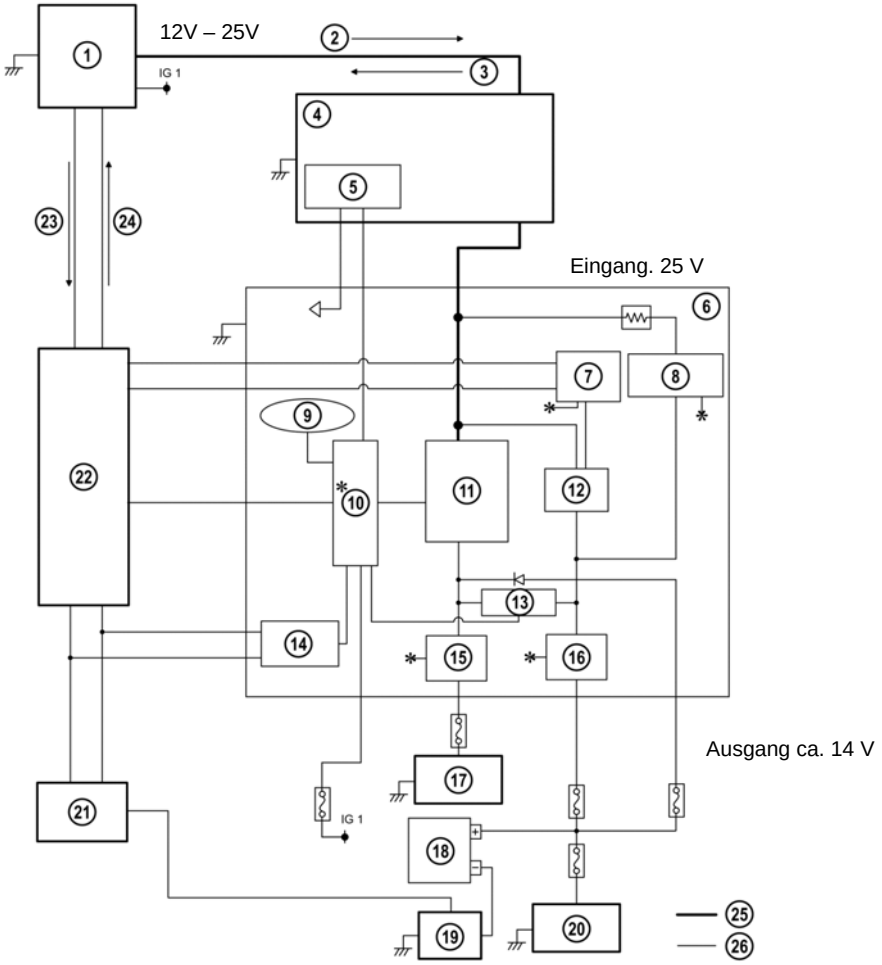
X	Zeit	6	Generatorregelung
Y	Motordrehzahl	7	Elektronische Drosselklappensteuerung
1	Kolbenstellungssteuerung	8	Motorabstellung
2	Motor abgestellt	9	Generatorlast
3	Kraftstoffeinspritzsteuerung	10	Kraftstoffabschaltung
4	Kolbenstopp-Zielbereich	11	Drosselklappenbetätigung
5	Anlasser		

5. i-ELOOP

- Das i-ELOOP-System ist ein Rekuperationssystem und soll zur Verringerung des Kraftstoffverbrauchs beitragen.
- Mit dem i-ELOOP-System wird Strom überwiegend im Schiebebetrieb erzeugt, indem die kinetische Energie des Fahrzeugs für die Stromerzeugung genutzt wird. Ein Kondensator speichert den nicht direkt verbrauchten Strom und versorgt damit über einen Wandler die Batterie und die Fahrzeugelektrik.
- Neben der Verringerung des Kraftstoffverbrauchs ermöglicht das i-ELOOP-System auch eine Verringerung der Generatorlast beim Beschleunigen und steigert so das zur Verfügung stehende Motordrehmoment.

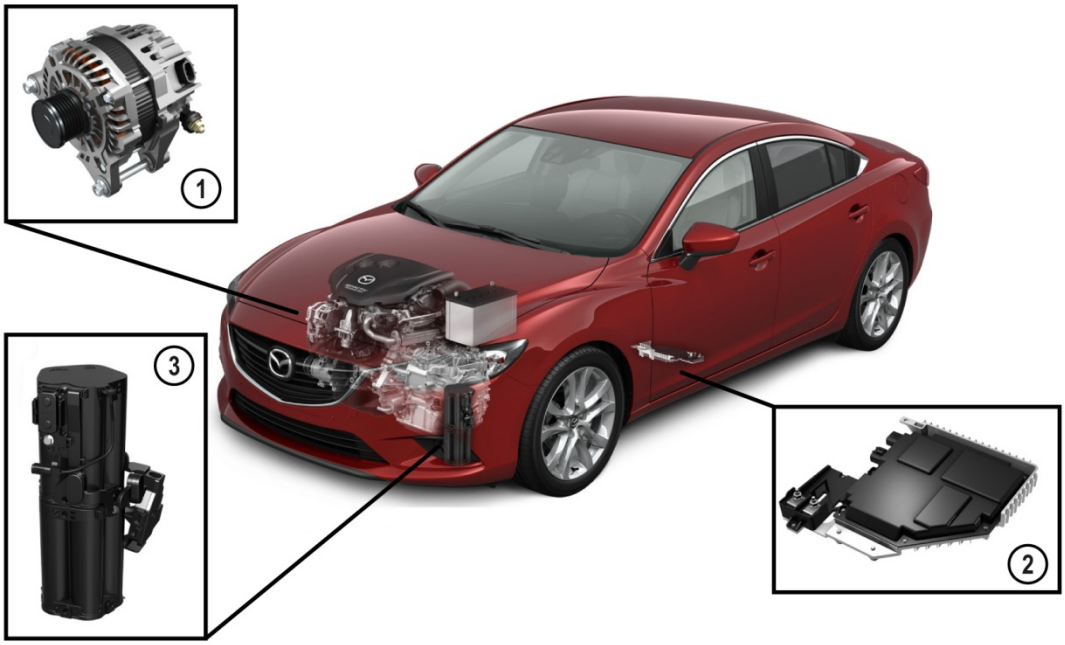


5.1 Schaltplan i-ELOOP



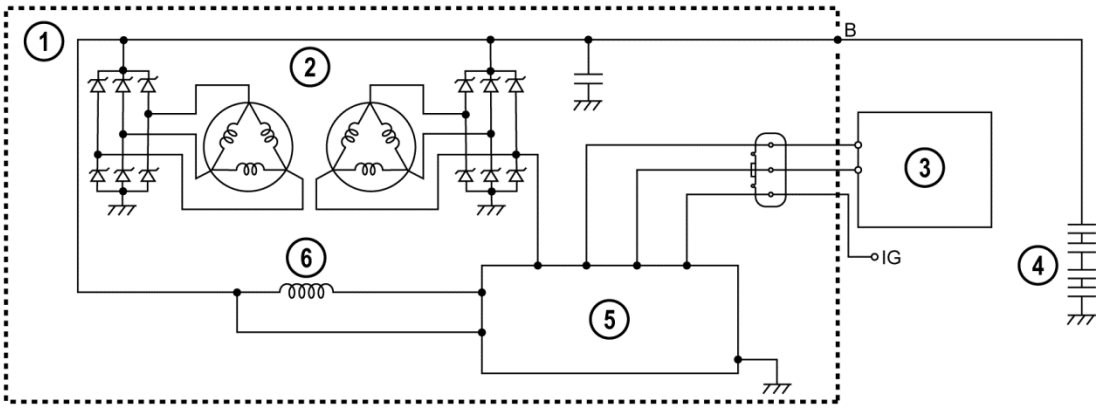
1 Generator
2 Kondensatorladung
3 Erregerstrom des Generators (normal)
4 Kondensator
5 Temperatursensor
6 DC-DC-Wandler
7 Steuerkreis
8 Vorladerelais
9 Sensorsteuerkreis
10 CPU
11 Schaltkreis zur Spannungsverringerung
12 Bypass-Relais
13 i-stop-Relais
14 CAN-Treiber
15 Stromsensor (elektrische Geräte 1)
16 Stromsensor (elektrische Geräte 2)
17 Elektrische Geräte 1
18 Batterie
19 Batteriestromsensor
20 Elektrische Geräte 2
21 FBCM (Front Body Control Modul)
22 PCM (Powertrain Control Modul)
23 Generator-Ausgangsspannung
24 Generator-Steuersignal
25 Schaltkreis bis 25 V
26 Schaltkreis 12 - 14,8 V

5.2 Die drei Hauptkomponenten des i-ELOOP Systems



5.2.1 Generator

Grundsätzlich ist der Aufbau des Generators beim i-ELOOP System identisch mit herkömmlichen Generatoren mit integriertem IC-Regler. Die Ausgangsspannung liegt zwischen 12 und 25 V (150 – 300 A) und wird über ein Signal des Motorsteuergerätes (**PCM** = **P**owertrain **C**ontrol **M**odul) abhängig vom Ladezustand des Kondensators und vom Betriebszustand geregelt.



1	Generator	4	Kondensator
2	Statorspule	5	IC-Regler
3	PCM	6	Rotorspule

- Wie herkömmliche Generatoren mit integriertem IC-Regler wird der Generator vom PCM gesteuert. Der IC regelt die Höhe des Erregerstroms für die Rotorspule abhängig vom Signal des Motorsteuergerätes.

- Bei geladenem Kondensator wird im Normalbetrieb die Spannung für den Erregerstrom vom Kondensator bereitgesellt. Bei entladenem Kondensator steuert der IC Regler die an der Klemme IG anliegende Batteriespannung durch zur Erregerfeldwicklung.

- Um den Kondensator im Schiebebetrieb zu laden, berechnet das Motorsteuergerät eine Soll-Ausgangsspannung abhängig vom Ladezustand des Kondensators.

- Die Kondensatorspannung steigt beim Laden des Kondensators. Um den Kondensator weiterhin zu laden, muss die Ausgangsspannung des Generators höher als die Kondensatorspannung sein. Deshalb überwacht das PCM die Ist-Ausgangsspannung und erhöht die Generatorspannung bis auf 25 V.

5.2.2 Kondensator

- Der im Radkasten vorne links hinter dem vorderen Stoßfänger angebrachte Kondensator ist neben der Batterie die Hauptspannungsquelle der Fahrzeugelektrik. Er wird über den Generator bis auf 25 V geladen und versorgt über einen DC-DC-Wandler die Batterie und die elektrischen Geräte.

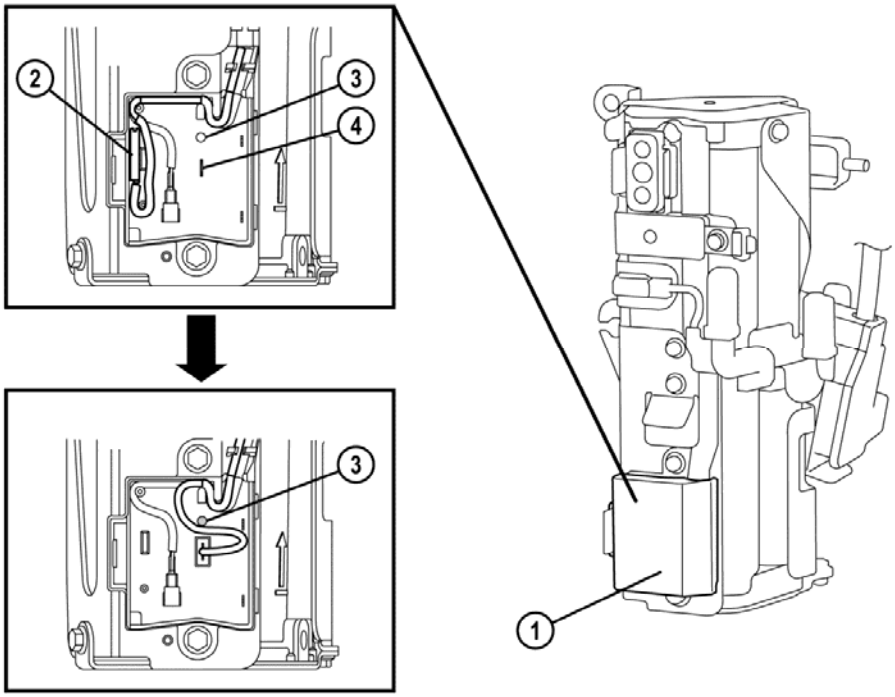


- Im Vergleich zu Blei-Säure-Batterien, Nickel-Metallhydrid-Batterien und Lithium-Ionen-Batterien kann ein Kondensator schnell geladen und entladen werden. Zudem ist die Lebensdauer im Bezug auf Lade-/Entladezyklen länger als bei Batterien. Somit ist ein Kondensator optimal für das i-ELOOP-System geeignet, da er im Schiebebetrieb in kurzer Zeit geladen wird und die Fahrzeugelektrik sofort versorgen kann.
- Da herkömmliche Kondensatoren eine eingeschränkte Kapazität aufweisen wird für das i-ELOOP ein elektrochemischer Doppelschichtkondensator (Superkondensator) verwendet.
- Die Entladedauer ist abhängig vom Ladezustand des Kondensators und der elektrischen Last. Bei voller Ladung und hoher elektrischer Last hat der Kondensator eine Entladedauer von etwa 40 Sekunden und bis zu 120 Sekunden bei sehr niedriger elektrischer Last.

5.5.2 Zwangsentladung des Kondensators

- Für das sichere Entladen des Kondensators vor der Entsorgung die Anweisungen unter „Zwangsentladung des Kondensators“ befolgen (siehe Werkstatthandbuch für Details):
  1. Batterie-Minuskabel abklemmen.
  2. Trennstecker abklemmen.
  3. Abdeckung des Entladekastens entfernen.
  4. Anschluss im Entladekasten mit dem Stecker verbinden.
  5. Sicherstellen, dass die LED zur Anzeige der aktiven Entladung leuchtet.
  6. Sicherstellen, dass der Entladevorgang abgeschlossen ist und die LED nicht mehr leuchtet.

HINWEIS: Das Gehäuse während des Entladevorgangs nicht berühren, dieses kann sich stark erwärmen.
Das Entladen eines voll geladenen Kondensators kann bis zu zwei Stunden dauern.
Den Trennstecker nach der Zwangsentladung des Kondensators nicht wieder anschließen.



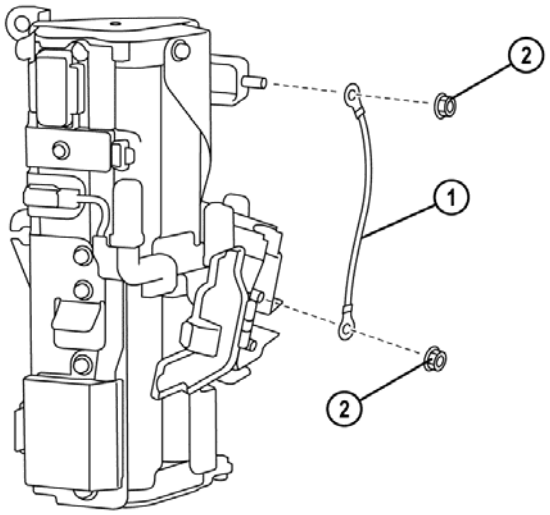
1	Abdeckung des Entladekastens	3	LED
2	Anschluss	4	Stecker

5.5.3 Einbau eines neuen Kondensators

- Neue Kondensatoren sind mit einem Kurzschluss-Kabel, das den Batterie-kabelanschluss des Kondensators gegen Masse kurzschließt, vor statischer Ladung geschützt. Dieses Verbindungskabel muss vor Einbau des neuen Kondensators entfernt und zusammen mit den Muttern entsorgt werden.

HINWEIS: Der Kondensator verfügt über ein Belüftungsventil, über das ggf. heißes Gas/Flüssigkeit entweichen kann. Um ein Verstopfen dieses Ventils durch das Elektrolyt im Kondensator zu vermeiden, muss der Kondensator aufrecht gelagert und/oder transportiert werden. Ein Kondensator, der heruntergefallen ist, darf nicht verwendet werden, da dieser unter Umständen nicht korrekt funktioniert. Wird der Kondensator mit noch installiertem Verbindungskabel eingebaut, kann dieser keinen Erregerstrom an den Generator liefern, so dass dieser keinen Strom erzeugt.

Nach Einbau eines neuen Kondensators muss dieser mit dem Motor im Leerlauf geladen werden, bis auf dem Kombiinstrument die Meldung „i-ELOOP wird geladen“ angezeigt wird.



1 Verbindungskabel 2 Mutter

5.5.4 Starthilfe

Bei einer leeren Batterie kann der Motor von Fahrzeugen mit i-ELOOP-System mit einem Starthilfekabel angelassen werden. Dabei ist lediglich zu beachten, dass das Starthilfekabel mit im Leerlauf laufendem Motor so lange angeschlossen bleibt, bis auf dem Kombiinstrument die Meldung „i-ELOOP wird geladen“ angezeigt wird.

HINWEIS: Wird das Starthilfekabel direkt nach Anlassen des Motors getrennt, wird unter Umständen ein DTC gespeichert.

i-ELOOP

1. Beschreiben Sie, welche Funktion das i-ELOOP-System übernimmt.

   Durch das i-ELOOP-System wird Bewegungsenergie (kinetische Energie) in elektrische Energie umgewandelt und gespeichert. Bei Bedarf wird diese gespeicherte Energie wieder genutzt.

2. Nennen Sie zwei Vorteile, die sich durch das i-ELOOP-System ergeben.

   - Verringerung des Kraftstoffverbrauches
   - höheres Motordrehmoment zum Beschleunigen steht zur Verfügung (Verringerung der Generatorlast)

3. Welche Ausgangsspannung liefert der Generator des i-ELOOP-System und wovon ist sie abhängig?

   Der Generator liefert eine Ausgangsspannung von 12-25V. Sie wird vom Motorsteuergerät abhängig vom Ladezustand des Kondensators und dem Batteriezustand geregelt.

4. Nennen Sie Gründe, weshalb beim i-ELOOP-System ein Kondensator zu Einsatz kommt.

   - Ein Kondensator kann schnell geladen und entladen werden
   - Längere Lebensdauer (Lade-/Entladezyklen) als Batterien.

5. Benenne die fünf Komponenten der Kondensatorbaugruppe.

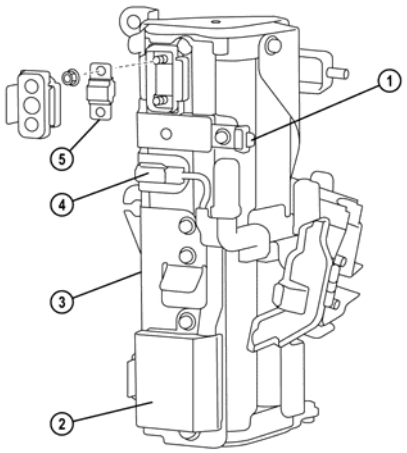
   1) Trennstecker

   2) Entladekasten

   3) Kondensatorgehäse

   4) Temperatursensor

   5) Sicherung (125 A)



6. Welche Funktionen übernimmt der DC-DC-Wandler des i-ELOOP-Systems?

   - Er verringert die vom Kondensator gelieferte Spannung auf ca. 14,8 V und versorgt die Batterie und elektrische Geräte (schaltet die Schaltkreise).
   - Über den HS-CAN-Anschluss (Hochgeschwindigkeits-CAN) wird mit den gelieferten Informationen vom DC-DC-Wandler zu i-ELOOP Diagnose möglich

7. Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit der Rekuperationsmodus aktiv ist?

   - Schubabschaltung nach Freigabe des Gaspedals
   - Bei Automatikgetrieben muss die Wandlerüberbrückungskupplung geschlossen sein
   - Kondensator noch nicht vollständig geladen

8. Mit welcher Spannung wird im Rekuperationsmodus der Kondensator geladen? Begründen Sie den Wert der Ladespannung.

   Die Ladespannung des Generators wird auf 25V erhöht, dadurch wird erreicht, dass der Kondensator möglichst schnell vollgeladen wird.

9. Unter welchen Bedingungen und weshalb aktiviert das i-ELOOP System den Kondensator-Stromerzeugungsmodus?

   Bedingungen
   - Zündung ist ausgeschaltet und die Spannung des Generators liegt über 20 V
   - Motorhaube ist geschlossen

   Grund
   - Wenn der Kondensator längere Zeit vollgeladen bliebe, könnte dies zu einer Verschlechterung der Kondensatorleistung führen.
     (Deshalb wird der Ladestand des Kondensators verringert)

10. Unter welchen Bedingungen muss der Trennsteckers des Kondensators entfernt werden und worauf ist dabei zu achten?

    - Entfernen des Batteriekabelanschlusses des Kondensators
    - Entfernen des Motorkabelbaumanschlusses des Kondensators
    - Entfernen des Batteriekabelanschlusses des DC-DC-Wandlers
    - Entfernen des Generatoranschlusses B

    Trennstecker keinesfalls mit Öl oder Schmiermittel einsprühen, dies kann zu einr verringerten Kondensatorleistung führen (Übergangswiderstand)

11. Wann muss in der Werkstatt der Kondensators des i-ELOOP-Systems Zwangsentladen werden und was ist dabei zu beachten?

    Wenn der Kondensator entsorgt werden soll

    Beachte:
    - Das Gehäuse kann sich dabei stark erwärmen → nicht anfassen
    - Vorgang kann bis zu 2h dauern
    - Der Trennstecker nicht mehr anschließen

12. Welche Besonderheit haben Sie bei der Starthilfe bei Fahrzeugen mit i-ELOOP zu berücksichtigen.

    Der Motor kann bei Fahrzeugen, die mit diesem System ausgestattet sind mit einem Starthilfekabel angelassen werden. Es muss nur darauf geachtet werden, dass das Starthilfekabel bei im Leerlauf laufendem Motor solange angeschlossen bleibt, bis im Kombiinstrument die Meldung „i-ELOOP wird geladen“ angezeigt wird.

Teil V Lernfelder

Übersicht über die Lernfelder für den Ausbildungsberuf Kraftfahrzeugmechatroniker und Kraftfahrzeugmechatronikerin					
Lernfelder		**Zeitrichtwerte in Unterrichtsstunden**			
Nr.		1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr
1	Fahrzeuge und Systeme nach Vorgaben warten und inspizieren	80			
2	Einfache Baugruppen und Systeme prüfen, demontieren, austauschen und montieren	100			
3	Funktionsstörungen identifizieren und beseitigen	100			
4	Umrüstarbeiten nach Kundenwünschen durchführen	40			
5	Inspektionen und Zusatzarbeiten durchführen		60		
6	Funktionsstörungen an Bordnetz-, Ladestrom- und Startsystemen diagnostizieren und beheben		80		
7	Verschleißbehaftete Baugruppen und Systeme instand setzen		60		
8	Mechatronische Systeme des Antriebsmanagements diagnostizieren		80		
9	Serviceaufgaben an Komfort- und Sicherheitssystemen durchführen			80	
10	Schäden an Fahrwerks- und Bremssystemen instand setzen			80	
Schwerpunkt Personenkraftwagentechnik					
11 P	Vernetzte Antriebs-, Komfort- und Sicherheitssysteme diagnostizieren und instand setzen			80	
12 P	Fahrzeuge für Sicherheitsprüfungen und Abnahmen vorbereiten			40	
13 P	Antriebskomponenten reparieren				80
14 P	Systeme und Komponenten aus-, um- und nachrüsten				60

Schwerpunkt Nutzfahrzeugtechnik					
11 N	Vernetzte Antriebs-, Komfort- und Sicherheitssysteme diagnostizieren und instand setzen			80	
12 N	Fahrzeuge für Sicherheitsprüfungen und Abnahmen vorbereiten			40	
13 N	Antriebskomponenten reparieren				80
14 N	Systeme und Komponenten aus-, um- und nachrüsten				60
Schwerpunkt Motorradtechnik					
11 M	Vernetzte Antriebs-, Komfort- und Sicherheitssysteme diagnostizieren und instand setzen			80	
12 M	Fahrzeuge für Sicherheitsprüfungen und Abnahmen vorbereiten			40	
13 M	Antriebskomponenten reparieren				80
14 M	Systeme und Komponenten aus-, um- und nachrüsten				60
Schwerpunkt System- und Hochvolttechnik					
11 S	Vernetzte Antriebs-, Komfort- und Sicherheitssysteme diagnostizieren und instand setzen			80	
12 S	Fahrzeuge für Sicherheitsprüfungen und Abnahmen vorbereiten			40	
13 S	Komponenten an Hybrid- und Elektrofahrzeugen prüfen und instand setzen				80
14 S	Systeme und Komponenten aus-, um- und nachrüsten				60
Schwerpunkt Karosserietechnik					
11 K	Fahrzeug- und Karosserieschäden analysieren			40	
12 K	Beschädigte Fahrzeugkarosserien reparieren			80	
13 K	Karosserieoberflächen und Ausstattungsteile bearbeiten				100
14 K	Systeme und Komponenten aus-, um- und nachrüsten				40
Summen: insgesamt 1020 Stunden		**320**	**280**	**280**	**140**

Publikationen der ALP Dillingen für die **Fahrzeugtechnik, Auswahl**

Titel	Bonusmaterial	Bestell-nummer	Redaktion	Seiten-zahl	Selbstkosten-preis
Erweiterte Qualifikation Q 2 Elektromobilität – Hochvolttechnik + E-Learning Lehrgang mit Test + Präsenztag mit praktischer Prüfung	plus E-Learning Angebot Interaktive Lehrer-DVD (Videos) mit Lösungen	495	2014	101	18€
Skyactiv Technologie Optimierung der Verbrennungsprozesse von Otto- und Dieselmotoren, vgl. AB 43501	Interaktive Lehrer-DVD (Videos) mit Lösungen	491	2014	108	18€
Basisqualifikation Q 1 Elektromobilität – Hochvolttechnik + E-Learning Lehrgang mit Test + Präsenztag mit praktischer Prüfung	plus E-Learning Angebot Interaktive Lehrer-DVD (Videos) mit Lösungen	489	2014 Version 1.2	158	22€
Fahrerassistenzsysteme	Interaktive Lehrer-CD-ROM mit Lösungen	483	2012	185	25€
Bremsentechnik hydraulische & elektronische Bremssysteme aktuelle Werkstoffe, Rekuperation, …	Interaktive Lehrer-DVD (Videos) mit Lösungen	472	2011	320	25€
Standheizung (Webasto)	Interaktive Lehrer-CD-ROM mit Lösungen	458	2010	93	15 €
Hauptuntersuchung (incl. AU)	Interaktive Lehrer-CD-ROM mit Lösungen	459	2010	205	15 €
Lehrerleitfaden Getriebetechnik und Allradantriebe Lehrerheft zu Lernfeld 9	Interaktive Lehrer-DVD mit Lösungen	449	2009	32	15 €
Automatisierte Schaltgetriebe und Direktschaltgetriebe,	Schülerarbeitsheft	44901	2009	80	7 €
Automatikgetriebe,	Schülerarbeitsheft	44902	2009	80	7 €
Allradantriebe	Schülerarbeitsheft	44903	2009	70	7 €
Multi-Paket 449 für Lehrkräfte Getriebetechnik und Allradantriebe	Lehrerleitfaden, Lehrer-DVD und Schülerarbeitshefte 44901, 44902, 44903	44904	2009	270	35 €
Kraftfahrzeugtechnik Automatikgetriebe Mechanik und Diagnose Angetriebene Achsen im Nutzfahrzeug		307	1998	148	8.00 €
Maßnahmen zur CO_2-Reduktion Lernfelder 5, 6 und 7, vgl. AB 491	mit Multimedia DVD	43501	2008	ca. 160	15,00€
Prüftechnik: Werkstattinformationssysteme Lernfelder 1 bis 14	mit Multimedia DVD	43502	2008	ca. 160	15,00€
Diagnose an vernetzten Systemen Gasantrieb und Hybridtechnologie Lernfelder 5, 11 und 12	mit Multimedia CD-ROM	416	2007	303	25,00€
Neueste Common Rail Einspritztechnik und aktuelle Bussysteme im Kfz	mit CD-ROM	408	2006	246	22,00 €
Fahrdynamiksysteme, Klimaanlagen und Energiemanagement	mit CD-ROM	402	2005	ca. 250	22,00 €
Anwendungen der Telematik im Kfz und moderne Druckluftbremsanlagen	mit CD-ROM	392	2004	233	19.00 €
Benzin-Direkteinspritzung (BDE) und Diagnosestrategien	mit CD-ROM	378	2003	165	16.00 €
Karosseriereparatur und Lackiertechnik	mit CD-ROM	353	2002	192	14.00 €

Stand 22.5.2014, pjh

Bestellformular

Publikationen

Bestellungen sind möglich per

- **Fax:** **(0 90 71) 53-2 00**
- **Post:** Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung
  Postfach 1302
  89401 Dillingen
- **Hotline:** (0 90 71) 53-2 22
- **Online:** Über den Warenkorb in unserem Internetangebot unter http://alp.dillingen.de/publikationen

Bitte ausfüllen in Druckbuchstaben:

Bundesland		Regierungsbezirk	
Rechnungs-adresse:	☐ privat ☐ Schule/Institution	Lieferadresse:	☐ wie Rechnungsadresse
Schule/ Institution			
Nachname, Vorname			
Straße, Hausnummer		Straße, Hausnummer	
PLZ, Ort		PLZ, Ort	
E-Mail			

Hiermit bestelle ich folgende Publikationen:

Anzahl eintragen	Titel der Publikation	Bestell-Nummer	Einzelpreis	Summe Einzelpreise
	Leitfaden Didaktische Jahresplanung incl. Download der Vorlagen	482	9,- €	
Gesamtpreis				

Name leserlich & Unterschrift:

Danke für Ihre Bestellung.