

**Ottomotor**  
**(Audi A4 1,6l Einspritzmotor, 4 Zylinder)**



*Abbildung I Audi A4 Motor (Eigene Bilder)*

# Gliederung

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>1. Prinzipskizze</b>	<b>1</b>
1.1 Bauelemente eines Ottomotors	1
1.2 Funktionsweise	2
<b>2. Material &amp; Fertigungsverfahren wichtigster Bauteile</b>	<b>3</b>
2.1 Material	3
2.2 Fertigungsverfahren	4
<b>3. Maschinenelemente</b>	<b>5</b>
3.1 Zahnräder	5
3.2 Welle	6
3.3 Dichtungen	6
<b>4. Funktionsstruktur</b>	<b>7</b>
<b>5. Literaturverzeichnis</b>	<b>8</b>
5.1 Buchquellen	8
5.2 Bildquellen	8
5.3 Internetquellen	8
<b>6. Eidesstattliche Versicherung</b>	<b>9</b>

## Abbildungsverzeichnis

<b>Nr.</b>	<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
Abb. I	Audi A4 Motor	I
Abb. 1.1	Prinzipskizze	1
Abb. 1.2	Vier-Takt- Verfahren	2
Abb. 2.1	Gießverfahren	4
Abb. 3.1	Flankenprofil	5
Abb. 3.2	Zahnradgrundformen	5
Abb. 3.3	Nockenwelle (ausgebaut)	6
Abb. 3.4	Nockenwelle (eingebaut)	6
Abb. 3.5	Zylinderblock mit Zylinderkopfdichtung und Kolben	6
Abb. 4.1	Funktionsstruktur	7

# 1. Prinzipskizze Verbrennungsmotor 4-Zylinder

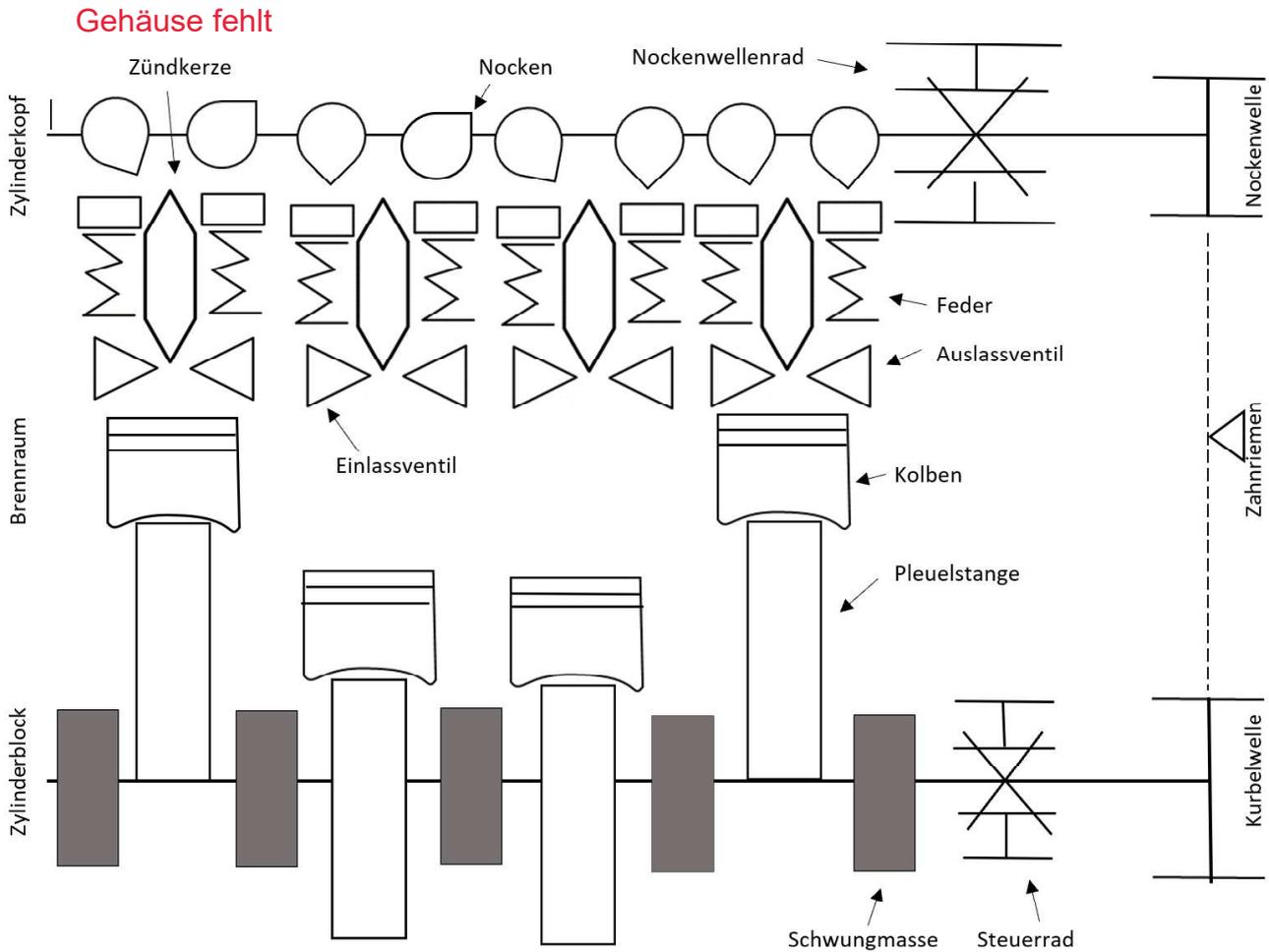


Abbildung.1.1 Prinzipskizze

## 1.1 Bauelemente eines Otto Motors

Blocksatz verwenden

Der in der obigen Prinzipskizze dargestellte Verbrennungsmotor besteht aus verschiedenen Baugruppen des Kurbeltriebes, der Ladungswechselbaugruppen und dem Zylinderblock mit Kolbenauflagefläche. (Siehe 5.1.1/S. 213 ff. bzw. 5.1.4).

Die Baugruppe des Kurbeltriebes hat die Aufgabe Gaskräfte auf zu nehmen und diese kinematisch aus einer translatorischen Bewegung in eine Rotationsbewegung zu übertragen. Diese Baugruppe lässt sich in die Bauteile: Kolben mit Kolbenringen, Pleuelstange und Pleuelauge und Pleuelauge und Pleuelauge unterteilen.

Der Pleuelauge nimmt die Druckkräfte im Brennraum auf und überträgt diese auf die Pleuelauge. Die Pleuelauge an dem Pleuelauge dichten den Brennraum gegen das Pleuelauge ab, regulieren den Ölfilm an der Pleuelauge und sorgen für eine Wärmeabfuhr vom Pleuelauge an die Pleuelauge. Der Pleuelauge leitet die Pleuelauge Gasdruckkraft zum Pleuelauge weiter. Der Pleuelauge überträgt die Pleuelauge Gasdruckkräfte und die Pleuelauge Massenkräfte vom Pleuelauge auf den Pleuelauge Zapfen der Pleuelauge. Er beeinflusst somit die Pleuelauge Laufruhe und die Pleuelauge Leistungsfähigkeit des Pleuelauge Motors. Der Pleuelauge besteht aus dem Pleuelauge Pleuelauge, dem Pleuelauge Pleuelauge und diese werden durch die Pleuelauge Pleuelauge verbunden. Das Pleuelauge Pleuelauge dient der Pleuelauge Aufnahme des Pleuelauge Pleuelauge und das Pleuelauge Pleuelauge dient der Pleuelauge Aufnahme des Pleuelauge Pleuelauge Zapfens der Pleuelauge. Die Pleuelauge Aufgabe der Pleuelauge Kurbelwelle ist es die Pleuelauge translatorische Bewegung, welche von dem Pleuelauge Pleuelauge übertragen wurde, in eine



## 2. Material & Fertigungsverfahren wichtigster Bauteile

### 2.1 Material

immer mind. ein Satz zwischen Überschriften. zB einen Übergang zum Kapitel.

#### 2.1.1 Zylinderkopf

#### Unterunterkapitel verwenden

Der Zylinderkopf ist ein kompliziert herzustellendes Aluminium Gussteil, da es Kanäle für die Ein und Auslassventile, einen Hohlraum für den oberen Teil des Brennraums und weitere Hohlräume für die Motorsteuerung, das Kühlsystem und Bohrungen für Schmieröle beinhalten muss. (Siehe: 5.3.5)

#### 2.1.2 Kolben

Aufgrund der verschiedenen Arten der Beanspruchung sind geringen Dichte und eine hohen Wärmeleitfähigkeit wichtige Eigenschaften eines Kolbens. Daher verwendet man Kolben aus Aluminium-Silicium-Legierungen. Die Meisten Kolben werden gegossen, hochbelastete gepresst oder geschmiedet. (Siehe: 5.3.5/ Kolben)

#### Kurbelwelle

Die Kurbelwelle wird meist aus legiertem Vergütungsstahl, Nitrierstahl oder Gusseisen mit Kugelgraphit hergestellt.

Kurbelwellen aus Stahl werden im Gesenk (Negativform) geschmiedet und haben eine Größere Dichte als gegossene Kurbelwellen und sind somit schwerer.

Kurbelwellen aus Gusseisen mit Kugelgraphit haben eine gute Schwingungsdämpfung, eine geringere Dichte und sind somit leichter. (Siehe: 5.3.5/ Kurbelwelle)

#### Zylinderblock

Motorblöcke bestehen aus einem Gussteil. Als Materialien finden meist Gusseisen, Sphäroguss und Leichtmetall (vorwiegend Aluminium) Verwendung. Bei größeren Motoren wird der Motorblock in zwei oder auch mehr Gussteile getrennt. (Siehe: 5.3.5/ Motorblock)

#### Pleuel

Damit die Pleuelstange sowohl ein geringes Gewicht als auch eine hohe Festigkeit aufweist, wird sie aus folgenden Werkstoffen hergestellt:

- mikrolegierte Stähle
- Sintermetalle
- hochwertiges Aluminium
- Titan

Pleuelstangen werden geschmiedet oder gegossen. (Siehe: 5.3.5/Pleuelstange)

## 2.2 Fertigungsverfahren

Gießen (Urformen) (Siehe: 5.3.7)

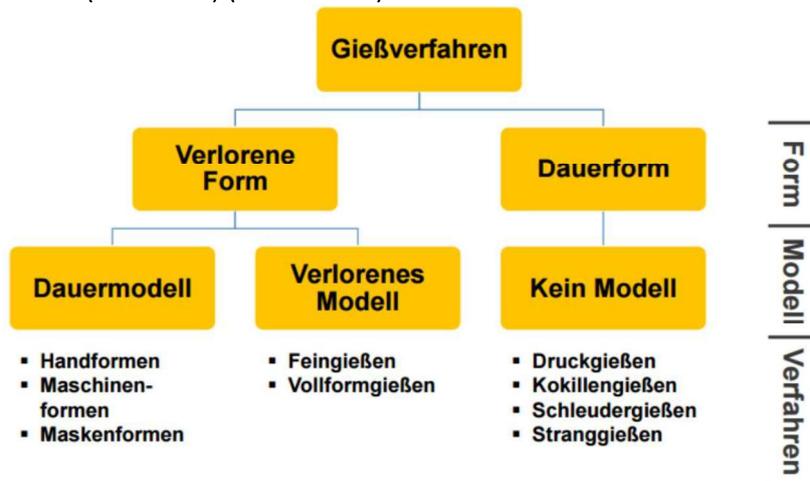


Abbildung 2.1 Gießverfahren (Siehe 5.2.2)

Die Bauteile Zylinderkopf, Kolben, Kurbelwelle, Zylinderblock und Pleuel werden durch das Fertigungsverfahren Gießen, das zur Gruppe der Urformverfahren gehört, hergestellt.

Gießen ist eines der ältesten Formgebungsverfahren.

Aus flüssigem Werkstoff wird durch Erstarrung ein fester Körper mit einer bestimmten Form. Gießen ist besonders vorteilhaft für Massenproduktion von Bauteilen und Hohlräume können im Inneren der Gussteile mit Hilfe von Kernen hergestellt werden. Meist wird das gegossene Bauteil durch ein spanendes Fertigungsverfahren nachbearbeitet.

Als Gusswerkstoffe werden Eisen-Kohlenstoff-Verbindungen, Nichteisenmetalle (wie z.B.: Blei, Nickel, Zinn und Zink), Leichtmetalle (Aluminium, Magnesium und Titan) oder andere Werkstoffe wie Kunststoff, Ton, Keramik oder Gips verwendet.

In einem Schmelzofen wird der Gusswerkstoff in seine flüssige Form gebracht.

Wie in der Abbildung zu entnehmen ist wird das Gießen in zwei Gießverfahren unterteilt, nämlich Gießen in verlorener Form und Gießen in Dauerform.

### verlorene Form

Für die Formgebung ist ein Modell von dem gewünschten Endstück erforderlich. Bei diesen Modellen unterscheidet man wiederum in Dauermodelle und verlorene Modelle. Dauermodelle bestehen aus Holz, Metall oder Kunststoff. Diese werden meist in einem Unter- und Oberkasten in Form Sand eingebettet, der Sand wird verdichtet und es werden zwei Löcher gestochen. Das eine Loch dient dazu um Luft entweichen zu lassen und das andere Loch um den Gusswerkstoff hinein zu gießen. Bevor nun der Gusswerkstoff in die Form gegossen wird, nehmen wir unser Dauermodell heraus. Dies ist der entscheidende Unterschied zu dem Guss in verlorenen Formen. Verlorene Formen werden vor Abguss nicht entnommen und werden somit durch ausschmelzen zerstört. Diese verlorenen Modelle werden selbst durch ein Formgebungsverfahren hergestellt. Je nach Art der Modelle wird unterteilt in Handformen, Maschinenformen, Maskenformen oder Feingießen und Vollformgießen.

### Dauerform

Mit diesem Gießverfahren können größere Anzahlen an Gussteilen gefertigt werden. Es wird nicht für jeden einzelnen Guss eine Form erzeugt, sondern eine Form wird für alle Gussteile verwendet. Diese Formen bestehen meist aus metallischen Werkstoffen. Die Art der Formfüllung wird unterteilt in Druckgießen, Kokillengießen, Schleudergießen oder Stranggießen.

### 3. Maschinenelemente

#### 3.1 Zahnräder

(Siehe 5.1.2/ S.751ff. bzw. 5.1.1/ S.557ff.)

Zahnräder dienen zur Kraftübertragung zwischen zwei Wellen. Sie bestehen aus einem Radkörper mit Zähnen, die jeweils eine Rechts- und eine Linksflanke besitzen. Diese können je nach der Drehrichtung des Zahnrades Arbeits- oder Rückflanke sein.

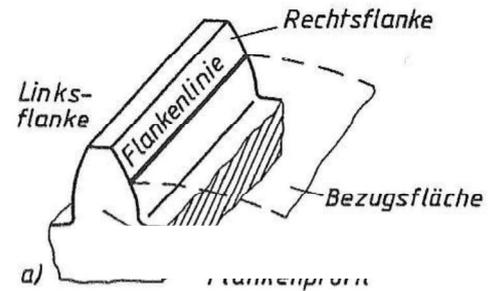


Abbildung 3.1 Flankenprofil (Siehe 5.2.3)

Bei einer Drehung greifen die Zähne des Zahnrades in die entsprechenden Zahnlücken des ineinander führenden Zahnrades und umgekehrt. Es arbeiten immer ein treibendes Zahnrad und ein getriebenes Zahnrad zusammen, die ein Zahnradpaar bilden. Mehrere Zahnradpaare, die von einem Gehäuse umschlossen sind bilden ein Zahngetriebe.

Die Aufgaben eines Zahnradgetriebes sind folgende:

- Eine flüssige Übertragung einer Leistung oder einer Drehbewegung bei konstanter Übersetzung,
- die Wandlung des Drehmoments oder der Drehzahl,
- die Drehrichtungsfestlegung zwischen Antriebs- und Abtriebswelle,
- die Bestimmung der Wellenlager (Antriebs-/Abtriebswelle) zueinander.

Desweiteren gibt es verschiedene Radgrundformen, je nachdem wie die beiden Achsen des treibenden und des getriebenen Zahnrades zueinander liegen:

- a) Stirnräder: besitzen parallel liegende Radachsen
- d) Zahnstangenradpaare: sind Stirnräder, die eine Rotation in eine Translation umwandeln
- e) Kegelradpaar: die Radachsen schneiden sich
- i) Kegel- Schraubräderpaar: bei sich kreuzenden Radachsen

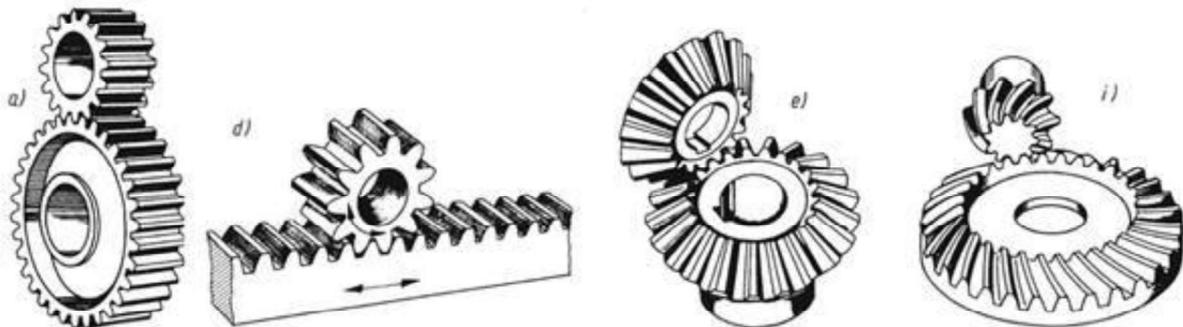


Abbildung 3.2 Zahnradgrundformen (Siehe 5.2.4)

#### Funktion der Zahnräder im Motor:

Das Zahngetriebe wandelt das Drehmoment des Motors in die erforderliche Zugkraft der Räder zur Überwindung des Fahrtwiderstandes um. Dabei wird die Drehzahl des Motors über die Eingangswelle von der Kupplung auf ein Zahnrad übertragen. Auf der Getriebeausgangswelle befindet sich ein Gegenzahnrad. Das Zahnradpaar wird mittels Schalthebel gekuppelt, die Zähne greifen ineinander und die übersetzte Drehzahl wird übertragen. Ohne die Übertragung hätte der Motor nicht die Möglichkeit das Fahrzeug in Bewegung zu setzen.



## 4. Funktionsstruktur

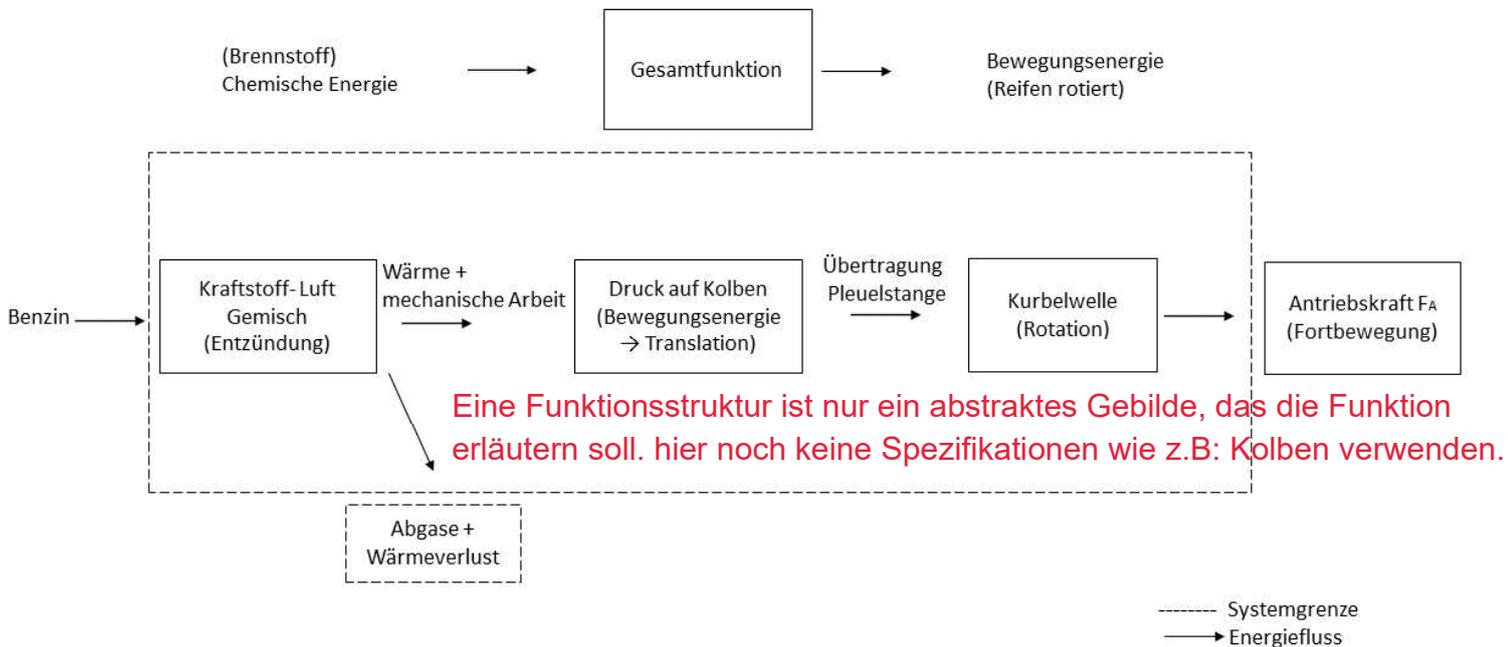


Abbildung 4.1 Funktionsstruktur (Eigendarstellung)

In der obigen Funktionsstruktur wird die Energieumwandlung im Verbrennungsmotor dargestellt. Die Hauptfunktion des Motors ist es thermische Energie in mechanische Arbeit umzuwandeln. Zuerst wird chemische Energie in Form von Benzin durch Volumenarbeit (Komprimieren) und einem Zündfunken der Zündkerzen entzündet. Dabei entsteht ein hoher Druck auf den Kolben, der die nun entstandene Wärme und mechanische Arbeit in translatorische Bewegungsenergie umwandelt und somit nach unten explodiert. Als Nebenprodukte entstehen Abgase (Kohlendioxide und Stickoxide) und Wärmeverlust. Der Kolben überträgt seine Energie auf die Pleuelstange, die wiederum deren Energie auf die Kurbelwelle überträgt und aus der translatorischen Bewegung eine rotatorische Bewegung hervorruft. Das Drehmoment der rotierenden Kurbelwelle wird in den Antriebsstrang übertragen. Als Endresultat wirkt nun die nach hinten auf die Fahrbahn gerichtete Antriebskraft  $F_A$  auf die Fahrbahn, die gleich der Boden Haftkraft ist und somit kommt es schlussendlich zu einer Fortbewegung. Wäre keine Haftkraft vorhanden (Bsp. Nasse Fahrbahn) würden die Reifen des Autos durchrollen und sich somit nicht fortbewegen.

## 5. Literaturverzeichnis

### 5.1 Buchquellen    **Literaturverzeichnis**

1. Grohe/ Russ (2010): Otto und Dieselmotoren, (15. Auflage), Vogelfachbuch, Würzburg
2. Roloff/ Matek (2017): Maschinenelemente Normung, Berechnung, Gestaltung, (23. Auflage), Springer Vieweg, Wiesbaden
3. Decker (2014): Maschinenelemente Funktion, Gestaltung und Berechnung (19. Auflage), Hanser, München
4. Alfred Urlaub (1994): Verbrennungsmotoren Grundlagen, Verfahrenstheorie, Konstruktion (2. Auflage), Springer, Berlin

### 5.2 Bildquellen

1. <https://cdn.duden.de/media/full/O/Ottomotor-201100284426.jpg>
2. <https://www.studocu.com/dee/document/technische-universitaet-chemnitz/fertigungslehre-i/zusammenfassungen/teil-urformen-zusammenfassung-fertigungslehre-i/3196107/view>
3. [http://www.bs-wiki.de/mediawiki/index.php/Zahn%C3%A4der\\_und\\_Zahnradgetriebe](http://www.bs-wiki.de/mediawiki/index.php/Zahn%C3%A4der_und_Zahnradgetriebe)
4. <https://decker.hanser-fachbuch.de/themen/zahnraeder.html?type=1>

### 5.3 Internetquellen    **Internetquellenverzeichnis auf eine neue Seite.**

5. Mein- Autolexikon.de/ Das Wissensportal rund um ihr Auto: AAMPACT e.V. The International Independent Aftermarket Association 97424 Schweinfurt. Letzter Zugriff am 08.12.19  
<https://www.mein-autolexikon.de/motor.html>  
<https://www.mein-autolexikon.de/motor/nockenwelle.html>  
<https://www.mein-autolexikon.de/motor/pleuelstange.html>  
<https://www.mein-autolexikon.de/autolexikon/detail/motorblock.html>
6. Kfz-tech.de (seit 2001)/ Wissenswertes, Animiertes und Tests zur Kfz-Technik: Harald Huppertz 52349 Düren. Letzter Zugriff am 08.12.19  
<https://www.kfz-tech.de/Biblio/Motorsteuerung/Motorsteuerung.htm>
7. Chemie.de/ Wissensportal (seit 1997): LUMITOS AG 12489 Berlin letzter Zugriff am 08.12.19  
[https://www.chemie.de/lexikon/Gie%C3%9Fen\\_%28Verfahren%29.html](https://www.chemie.de/lexikon/Gie%C3%9Fen_%28Verfahren%29.html)
8. Meine-Auto-Tipps.de dem Auto Ratgeber und Auto Blog (2019): Robert Kühne 06449 / Aschersleben. Letzter Zugriff am 08.12.19  
<https://www.meine-auto-tipps.de/zahnraeder-im-autogetriebe/>
9. Fairgarage.de/Werkstattsvergleichs Portal: Deutsche Automobil Treuhand GmbH 73760 Ostfildern. Letzter Zugriff am 08.12.19  
<https://www.fairgarage.de/zylinderkopfdichtung>

## **Eidesstattliche Versicherung**

Hiermit erkläre ich,

dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und eigenhändig sowie ohne unerlaubte fremde Hilfe und ausschließlich unter Verwendung der aufgeführten Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe.

Ort, Datum

---

(Unterschrift)