Basiswissen

Verbrennungsmotoren

Verbrennungsmotoren sind thermische Fluidenergiemaschinen: durch Verbrennung eines Kraftstoff-Luft-Gemisches wird mechanische Energie erzeugt. Alle Arbeitsprozesse finden in einem Arbeitsraum, dem Arbeitszylinder, statt. Da die Kraft/Energie innerhalb des Zylinders über ein veränderliches Volumen übertragen wird, gehören Verbrennungsmotoren zu den Verdrängerkraftmaschinen.

Motoren dienen häufig zum Antrieb von Kraftfahrzeugen, Schiffen oder Lokomotiven. Auch für Antriebe, die verlässlich jederzeit unabhängig vom elektrischen Netz arbeiten müssen, werden Verbrennungsmotoren eingesetzt, z.B. im Notstromaggregat, in Baumaschinen oder in der Landwirtschaft.

Die Grundlagen der Motorentechnik lassen sich besonders gut an Einzylindermotoren vermitteln. GUNT bietet im Leistungsbereich von 2,2 kW bis 75 kW verschiedene Verbrennungsmotoren an, u.a. reale Automotoren mit einem Hubraum bis zu zwei Litern. Zu den Motoren gehören Viertakt-Diesel- und Benzinmotoren, Benzinmotoren mit variablen Verdichtungsverhältnissen sowie Zweitakt-Benzinmotoren.

Motorenvergleich: 2-Takt-Benzin, 4-Takt-Benzin und 4-Takt-Diesel

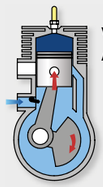
	2-Takt-Benzinmotor	4-Takt-Benzinmotor	4-Takt-Dieselmotor
Ladung	Luft-Kraftstoff-Gemisch	Luft-Kraftstoff-Gemisch	reine Luft
Kraftstoffzufuhr	Vergaser	Vergaser	Einspritzdüse
Zündung	Zündfunke	Zündfunke	Verdichtung
Verdichtungsverhältnis	5...8	5...12	14...21
Luftverhältnis	0,8...1,2	0,8...1,2	1,5...10
Kraftstoff	Benzin	Benzin	Diesel

2-Takt-Motor: Ein Arbeitszyklus = eine Kurbelumdrehung

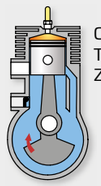
1. Takt: Verdichten/Ansaugen

Aufwärtsbewegung des Kolbens: vom unteren zum oberen Totpunkt

Vorgänge oberhalb des Kolbens:
Das frische Gemisch wird oberhalb des Kolbens komprimiert. Das verdichtete Gemisch wird kurz vor Erreichen des oberen Totpunkts gezündet.



Verdichten und Ansaugen



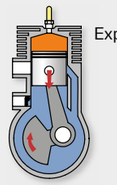
Oberer Totpunkt: Zünden

Vorgänge unterhalb des Kolbens: Der Überströmkanal wird durch die Aufwärtsbewegung des Kolbens verschlossen. Aufgrund des entstehenden Unterdrucks öffnet sich das Einlassventil: Kraftstoff-Luft-Gemisch wird angesaugt.

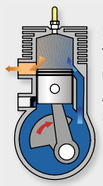
2. Takt: Arbeiten/Vorverdichten

Abwärtsbewegung des Kolbens: vom oberen zum unteren Totpunkt

Vorgänge oberhalb des Kolbens: Durch den entstehenden Druck wird der Kolben nach unten gedrückt und öffnet erst den Auslasskanal und anschließend den Überströmkanal. Das unterhalb des Kolbens vorverdichtete Gemisch verdrängt die gestauten Abgase nach außen und füllt den Zylinder.



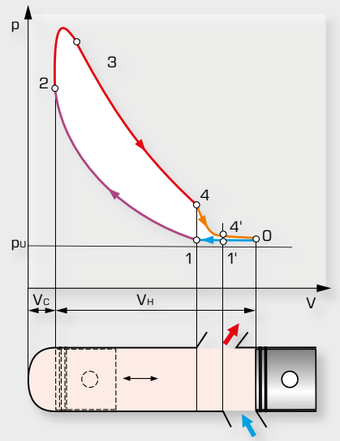
Expandieren



Unterer Totpunkt Gaswechsel: Auspuffen und Spülen

Vorgänge unterhalb des Kolbens:
Das angesogene Gemisch wird durch die Abwärtsbewegung des Kolbens vorverdichtet und in den Überströmkanal gedrückt. Der Überdruck verschließt das Einlassventil.

Indikator-Diagramm eines 2-Takt-Motors

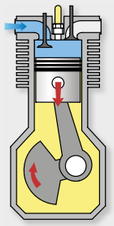


1. Takt (0-1): Aufladen des Zylinders mit Kraftstoff-Luft-Gemisch
(1-2): Verdichten des Gemisches
(2-3): Zündung und Verbrennen des Gemisches
2. Takt (3-4): Expansion der Verbrennungsgase
4 : Auspuff öffnet, Expansion beendet
4': Überströmkanal öffnet, Spülen beginnt
1': Spülen beendet
1 : Auspuff schließt und Verdichten beginnt

ansaugen, verdichten, arbeiten, ausstoßen
p_U Umgebungdruck, **V** Volumen,
V_H Hubvolumen V_c Verdichtungsvolumen

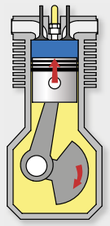
4-Takt-Motor: Ein Arbeitszyklus = zwei Kurbelumdrehungen

1. Takt: Ansaugen



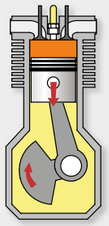
Der Kolben bewegt sich vom oberen zum unteren Totpunkt. Dabei wird das Kraftstoff-Luft-Gemisch angesaugt.

2. Takt: Verdichten und Zünden



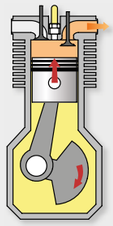
Der Kolben bewegt sich vom unteren Totpunkt zum oberen Totpunkt. Dabei wird das Kraftstoff-Luft-Gemisch verdichtet und kurz vor Erreichen des oberen Totpunkts gezündet.

3. Takt: Arbeiten



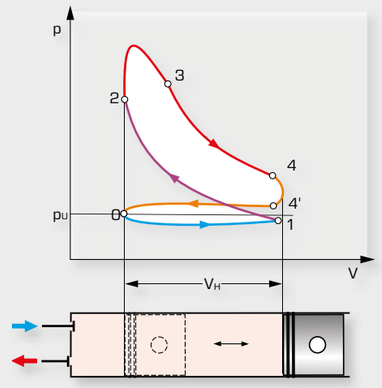
Durch den aus der Verbrennung entstehenden Druck wird der Kolben nach unten gedrückt und leistet Arbeit.

4. Takt: Ausschieben



Der Kolben bewegt sich vom unteren Totpunkt zum oberen Totpunkt. Dabei werden die Abgase ausgestoßen.

Indikator-Diagramm eines 4-Takt-Motors



1. Takt (0-1): Ansaugen
- des Kraftstoff-Luft-Gemisches beim Benzinmotor
- reiner Luft beim Dieselmotor

2. Takt (1-2): Verdichten
- des Kraftstoff-Luft-Gemisches beim Benzinmotor
- der Luft beim Dieselmotor auf mind. 700°C

3. Takt (2-3): Zündung und Verbrennung
- des Kraftstoff-Luft-Gemisches beim Benzinmotor über Zündkerzen
- Einspritzen des Dieselöls, Zündung durch die hohe Temperatur der Luft

(3-4): Expansion der Verbrennungsgase
4. Takt (4-4'): Auspuffung der Verbrennungsgase
(4'-0): Ausschieben der restlichen Verbrennungsgase