



# Motorenkonstruktionen optimieren mithilfe von CFD-Simulationen

17. Bayreuther 3D-Konstrukteurstag

Bayreuth

16. September 2015

Pascal Diwisch, M.Sc., Christian Dinkel, M.Sc., Prof. Dr.-Ing. Frank Rieg

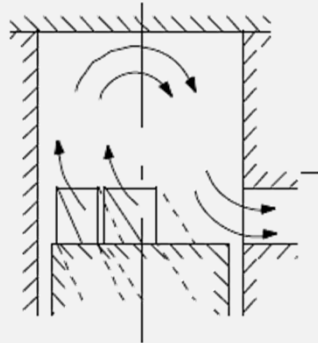


### Zweitaktmotoren

#### Schnelllaufender Ottomotor<sup>1</sup>

##### Umkehrspülung:

- Kompakte Bauweise
- Brennraum gut gekühlt
- Kurzschlussströmung
- Hohe Abgasemissionen



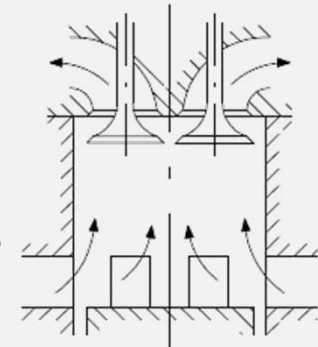
##### Vorteile:

- Hohes Leistungsgewicht
- Kein Ventiltrieb notwendig
- Einfache Bauweise
- Robust

#### Langsamlaufender Dieselmotor<sup>1</sup>

##### Gleichstromspülung:

- Homogene Spülung
- Zusätzlicher Ventiltrieb
- Thermische Belastung des Auslassventils



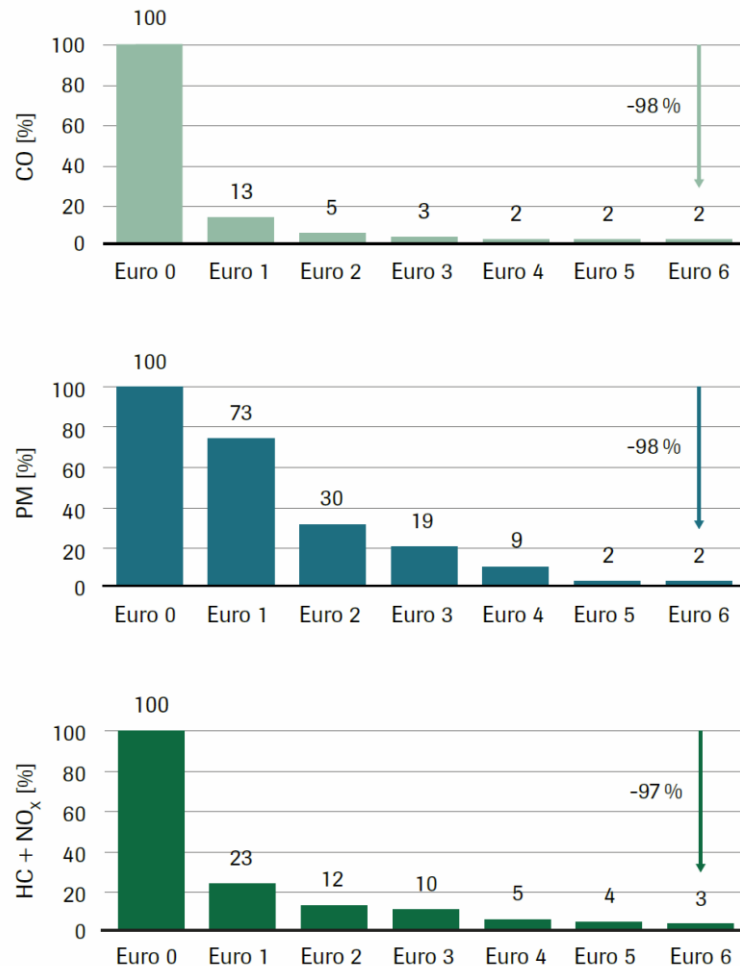
##### Anwendungsgebiete:

- Zweiräder
- Handgeführte Geräte

<sup>1)</sup> Handbuch Verbrennungsmotoren



## Anforderung an Abgasmissionen<sup>2</sup>



2) Jahresbericht 2015 VDA

## Entwicklungsziel

Zweitakt - Ottomotor

- Konkurrenzfähige Abgaswerte
- Orientierung an Abgaswerten des Viertaktmotors
- Sonst keine Nutzung der Vorteile des Zweitaktmotors möglich

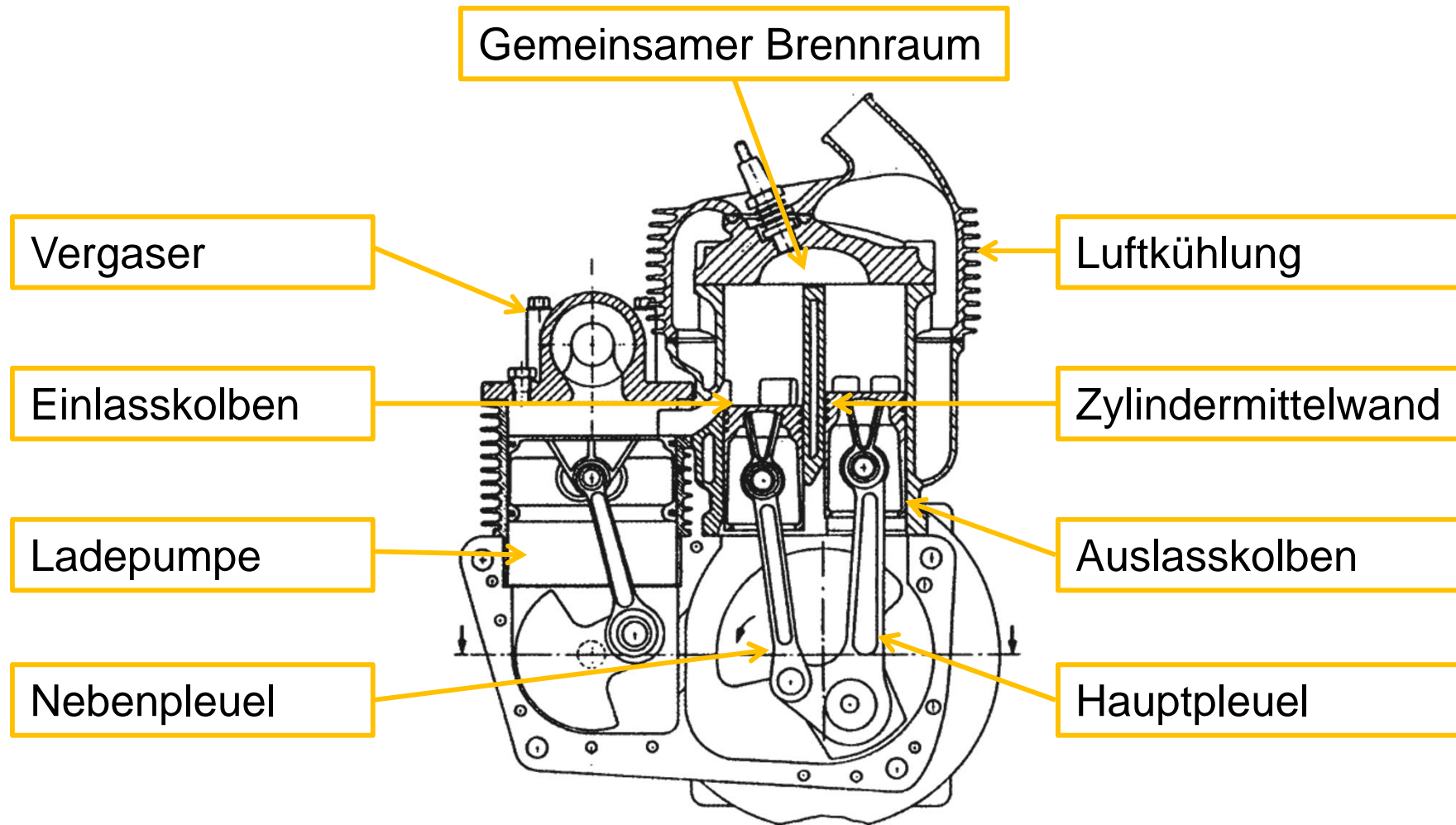
Neue Anwendungsgebiete:

- Mini - BHKW
- Range Extender

Entwicklung eines eigenen Motorenkonzepts

# Doppelkolbenmotor

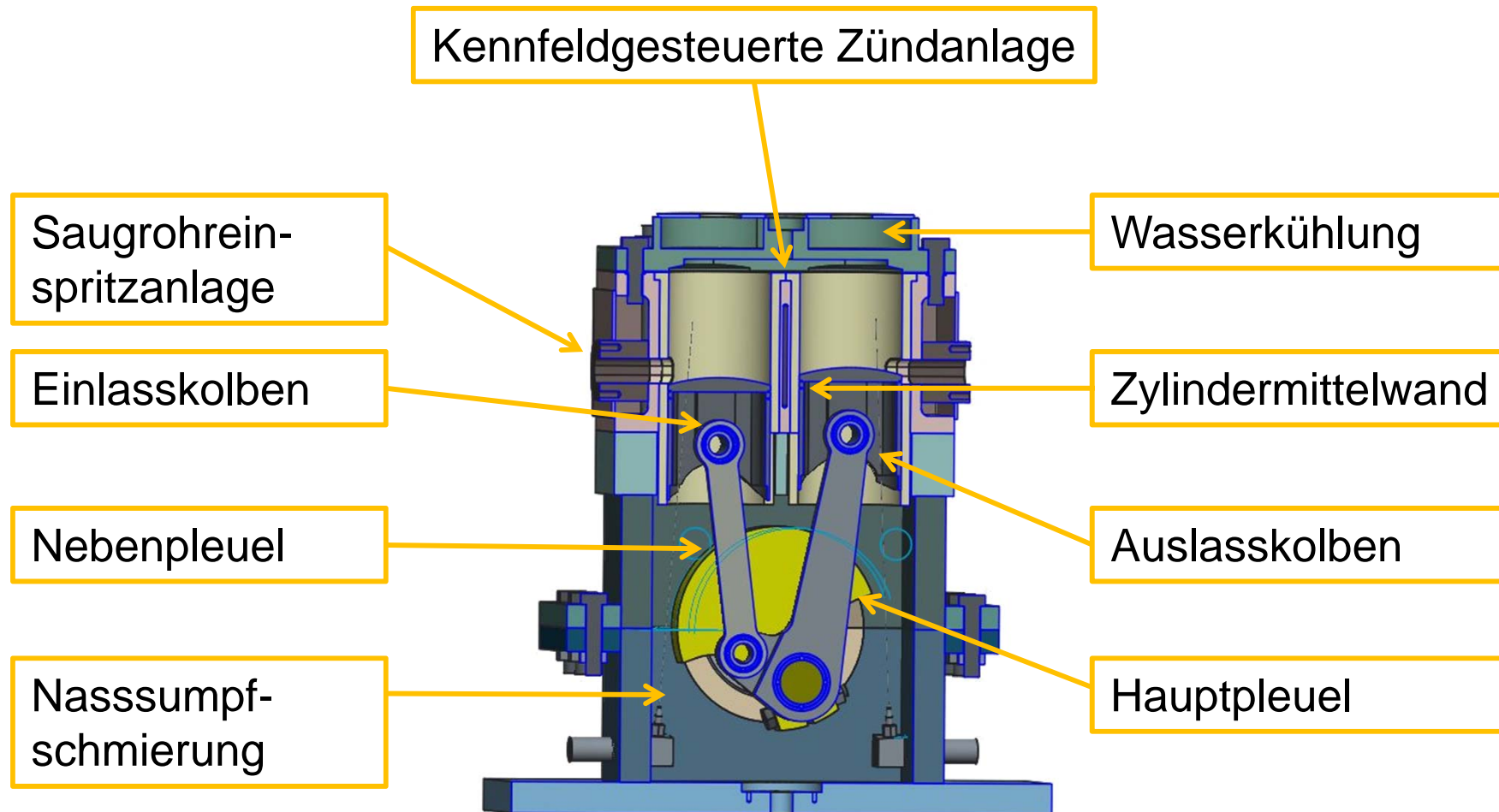
Hersteller DKW



3) Abb. aus Grundlagen und Technologien des Ottomotors

# Doppelkolbenmotor

Weiterentwicklung nach Prof. Dr.-Ing. Frank Rieg





Ziel

Fertigung eines emissionsarmen Doppelkolbenmotors unter  
Beibehaltung der zweitakttypischen Vorteile



Umsetzung

Kombination aus numerischen Simulationen und Prüfstandversuchen  
zur Optimierung des Ladungswechsels und der thermischen  
Bauteilbelastung

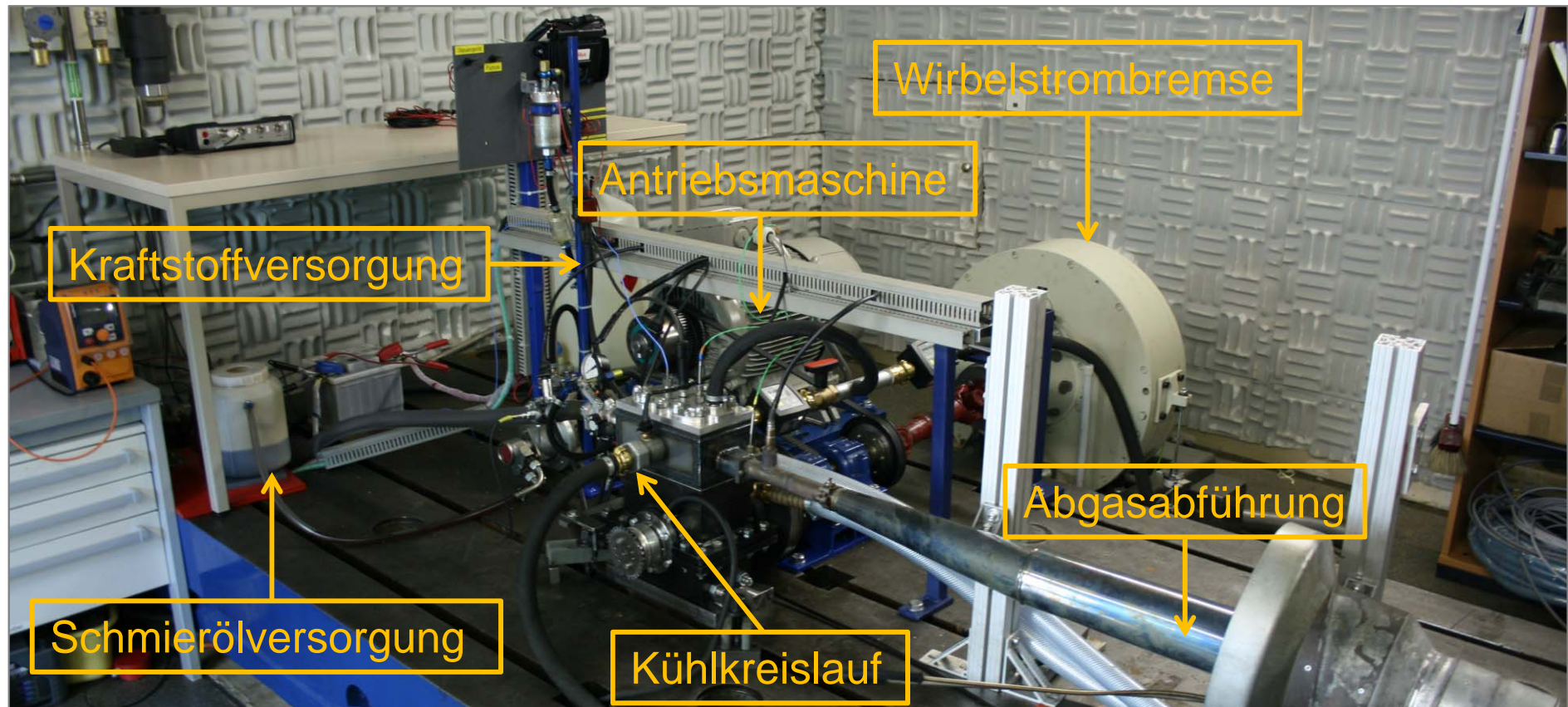


Ergebnis

Funktionsfähiger Prototyp eines Mini – BHKWs auf Basis des  
Zweitaktdoppelkolbenmotors nach Prof. Dr.-Ing. Frank Rieg









### Peripherie

- Kraftstoffversorgung
- Abgasabführung
- Kühlsystem
- Druckluftversorgung
- Frequenzumrichter
- Asynchronmaschine
- Wirbelstrombremse
- Schmierölversorgung
- Schallisolierung
- Frischluftzu- und abfuhr

### Sensorik

- Zylinderdruckindizierung
- Temperaturerfassung diverser Motorkomponenten
- Volumenstrom
- Abgas CO, HC, CO<sub>2</sub>,
- Lambdawertmessung
- Elektronische Ladedruckregelung

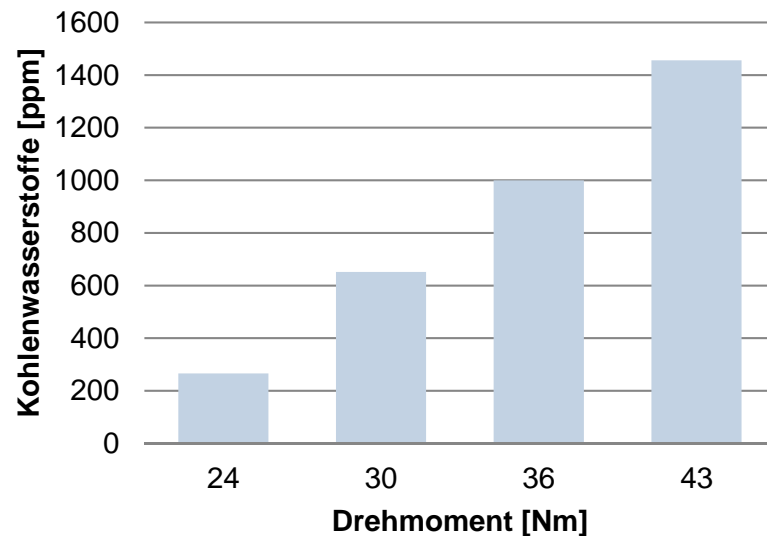






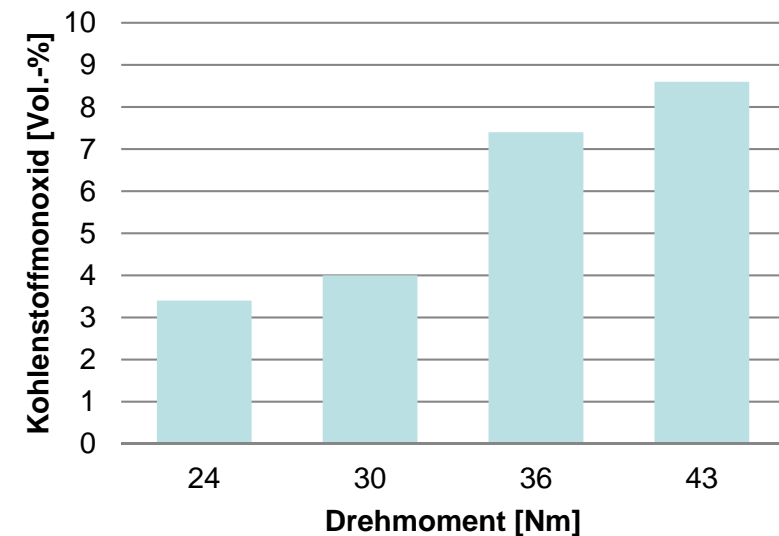
### Abgaskonzentration Kohlenwasserstoffe (HC)

- Konstante Drehzahl  $n=2200 \text{ min}^{-1}$
- Teillastbereich 34%



### Abgaskonzentration Kohlenstoffmonoxid (CO)

- Konstante Drehzahl  $n=2200 \text{ min}^{-1}$
- Teillastbereich 34%

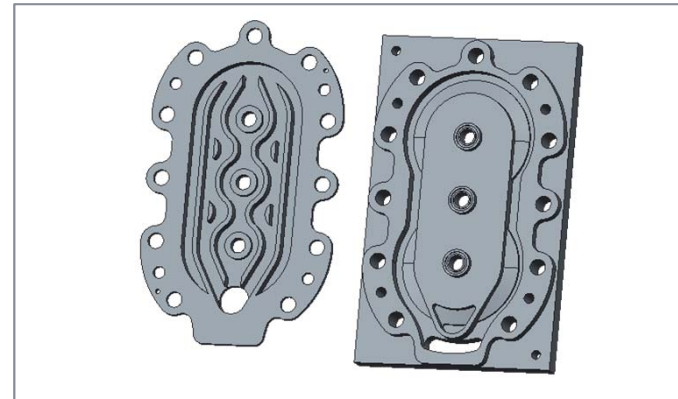




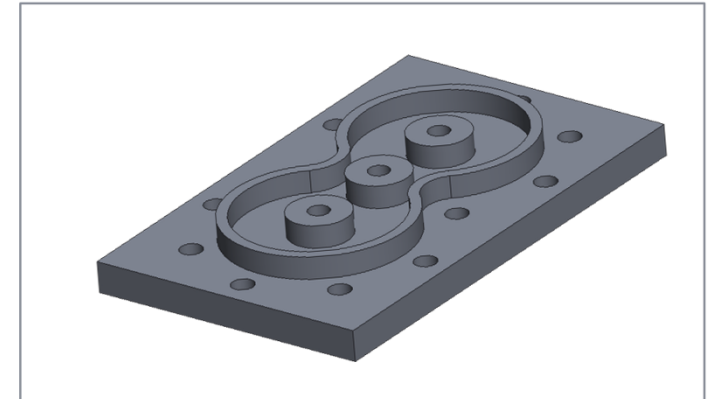
### Neugestaltung Zylinderkopf

#### Zylinderkopf neu

- Anströmung geändert
- Aluminium
- Zylinderkopf geteilt
- Strömungsführung neu

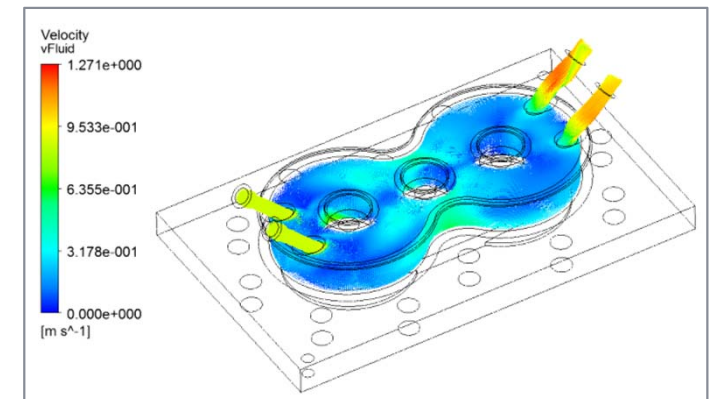
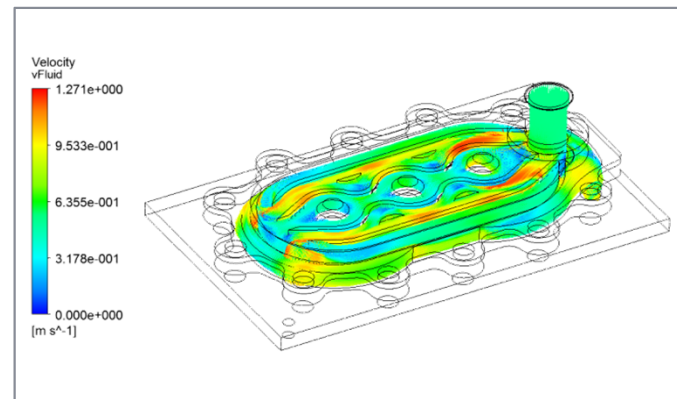


### Vergleich Zylinderkopf



#### Messwerte

- $P = 33 \text{ kW}$
- $n = 3040 \text{ U/min}$
- $M = 103 \text{ Nm}$
- $P_v = 60 \text{ bar}$

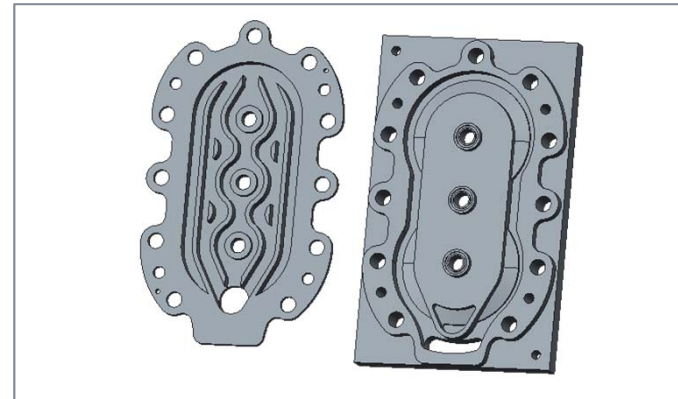




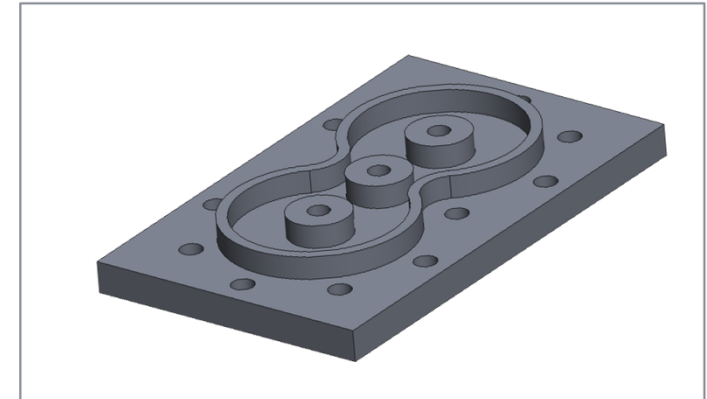
### Neugestaltung Zylinderkopf

#### Zylinderkopf neu

- Anströmung geändert
- Aluminium
- Zylinderkopf geteilt
- Strömungsführung neu

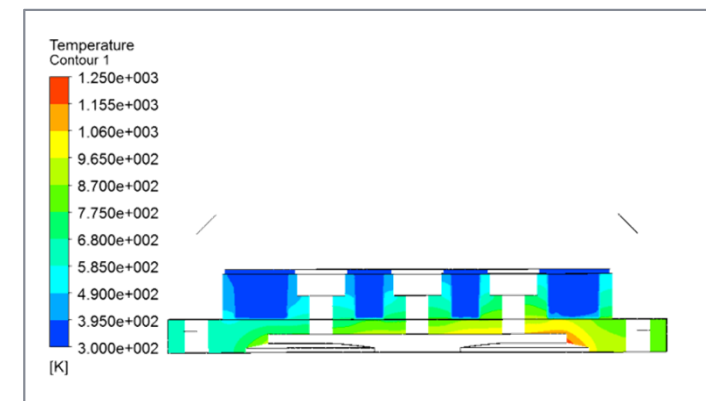
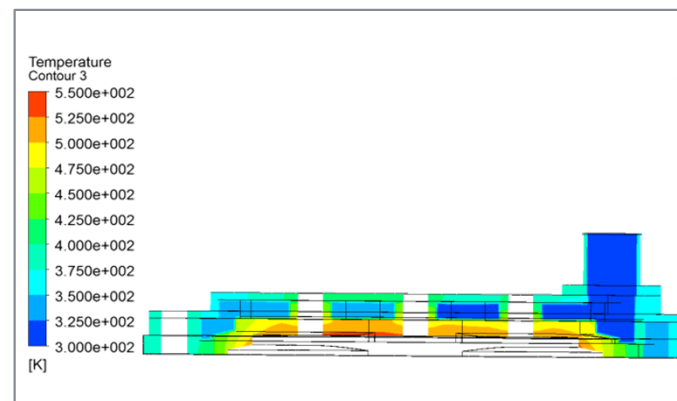


### Vergleich Zylinderkopf



#### Messwerte

- $P = 33 \text{ kW}$
- $n = 3040 \text{ U/min}$
- $M = 103 \text{ Nm}$
- $P_v = 60 \text{ bar}$





### Ziel

- Dynamische Simulation von Brennraum und Zylinder
- Optimierung des Strömungsverlaufs im Motor, Reduzierung des Spüldrucks

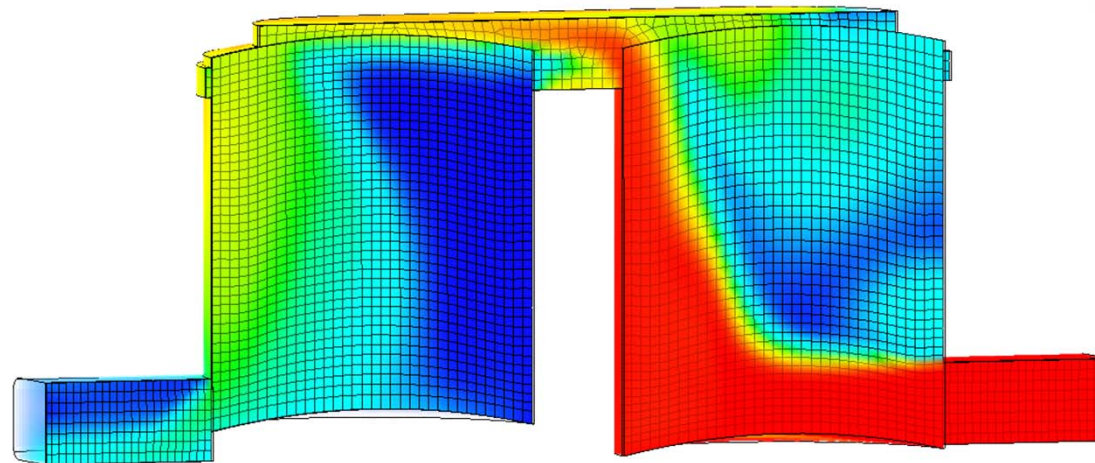
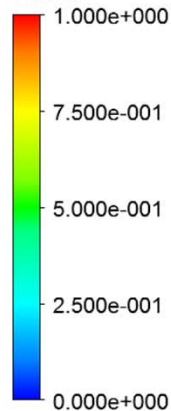
### Vorgehen

- Erzeugen der negativen Brennraumgeometrie
- Ermittlung der Kolbenbewegungsgleichung
- Geeignete Vernetzung

### Wichtige Größen

- Liefergrad
- Kurzschlussströmung
- Verteilung innerhalb des Motors
- Einflüsse von Verbrennungsdruck und Temperatur berücksichtigen

CO2 Ideal Gas.Mass Fraction  
Plane 2





## Danksagung

Die Autoren danken dem Bayerischen Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst für die finanzielle Unterstützung im Rahmen der TechnologieAllianzOberfranken (TAO).



Bayerisches Staatsministerium für  
Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst







- [1] Handbuch Verbrennungsmotoren, 7. Auflage, Springer Verlag: Wiesbaden, 2014
- [2] Verband der Automobilindustrie: VDA Jahresbericht 2015
- [3] Grundlagen und Technologien des Ottomotors, Springer Verlag: Wien, New York, 2008