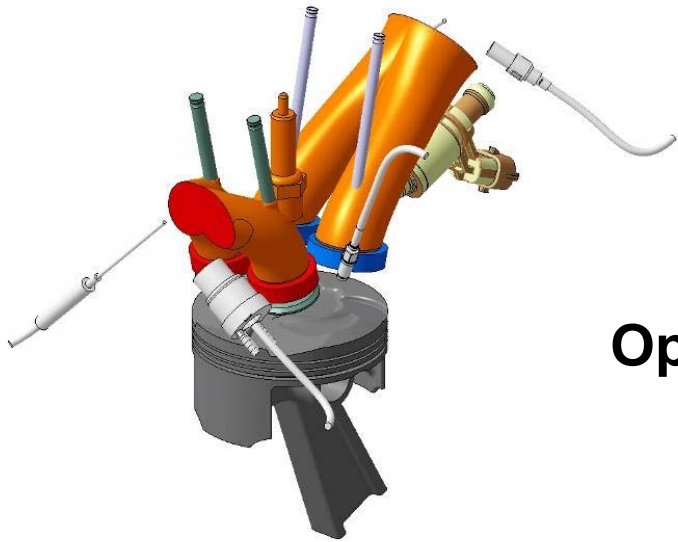
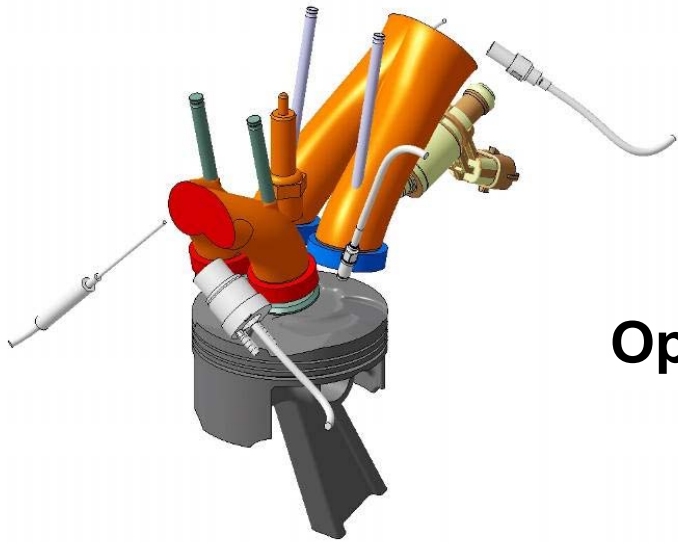




Optimierung transienter Vorgänge mit AVL-GCA an einem Otto-Motor hoher Flexibilität

Dr. Robert Fairbrother, Entwicklung Simulation GCA, UK
Dipl.-Ing. Fernando Moreno Nevado, Entwicklung Ottomotoren, ESP
Ing. Kurt Prevedel, Entwicklung Aufladung, A
Dr. Thomas Leifert, Produktmanagement GCA, D

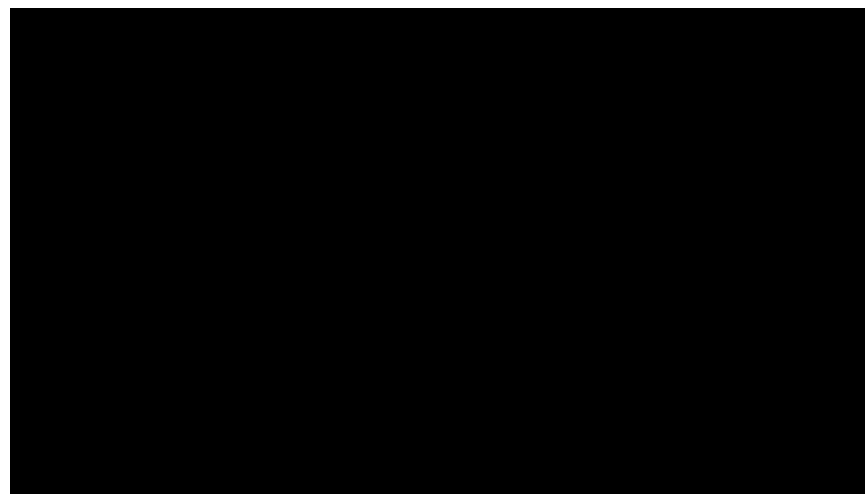
AVL List GmbH



Optimierung transienter Vorgänge mit AVL-GCA an einem Otto-Motor hoher Flexibilität

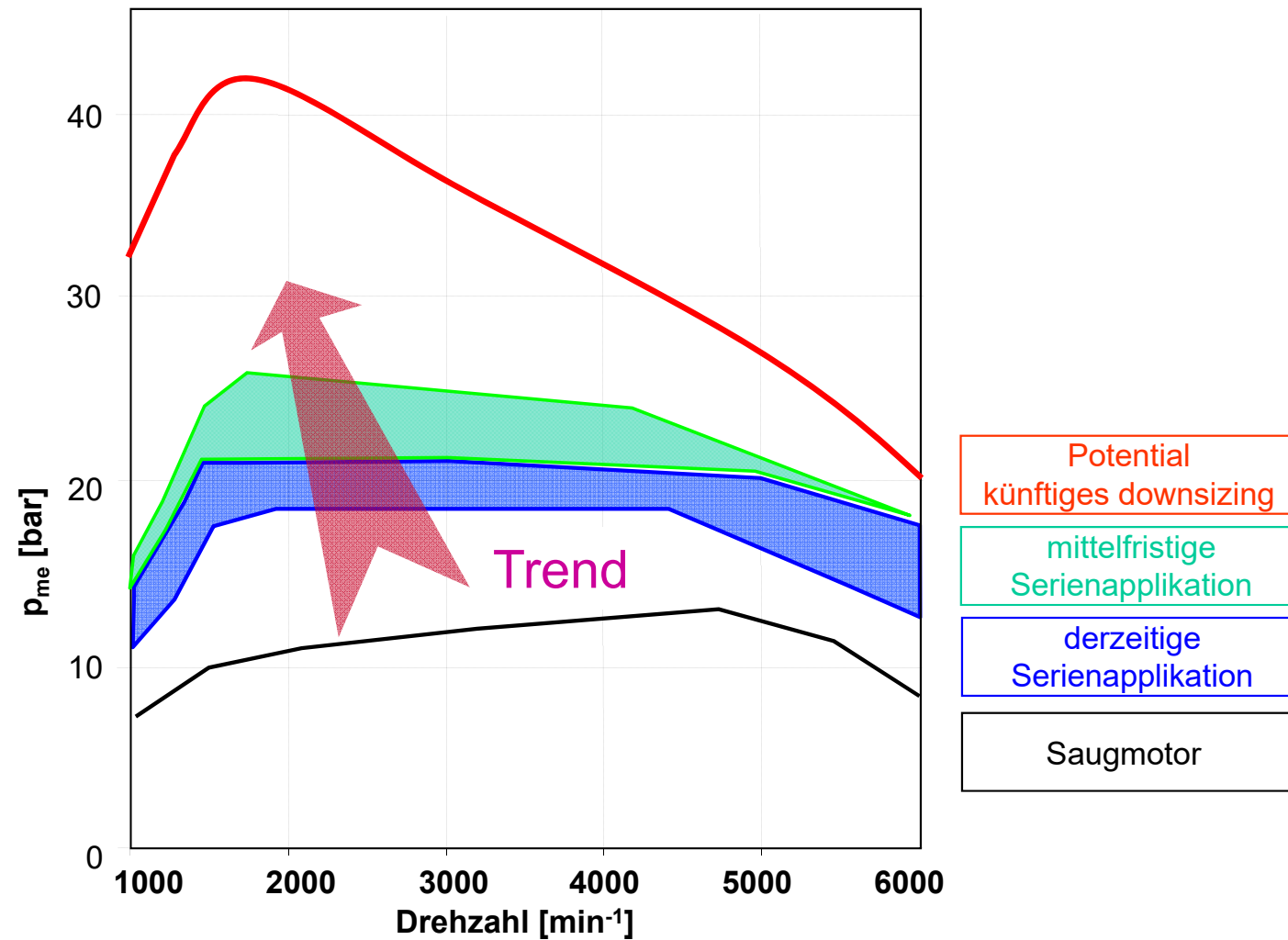
Inhalt:

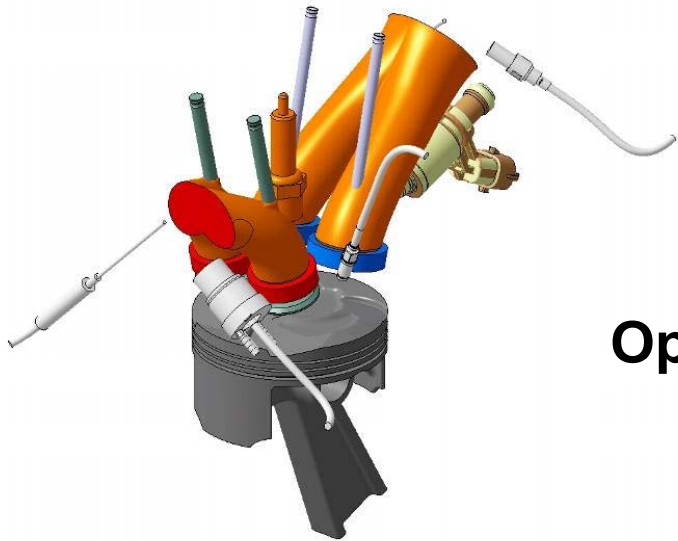
- **Stand der Technik**
- ε und der Motor
- GCA
- Prüfstand und Versuchsprogramm
- Stationärbetrieb
- Transientbetrieb
- Wie geht es weiter?





Turboaufgeladene Ottomotoren Volllasttrend





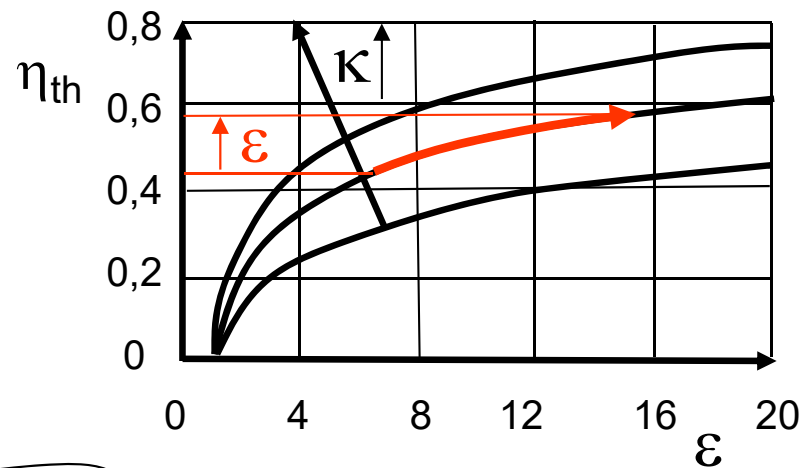
Optimierung transienter Vorgänge mit AVL-GCA an einem Otto-Motor hoher Flexibilität

Inhalt:

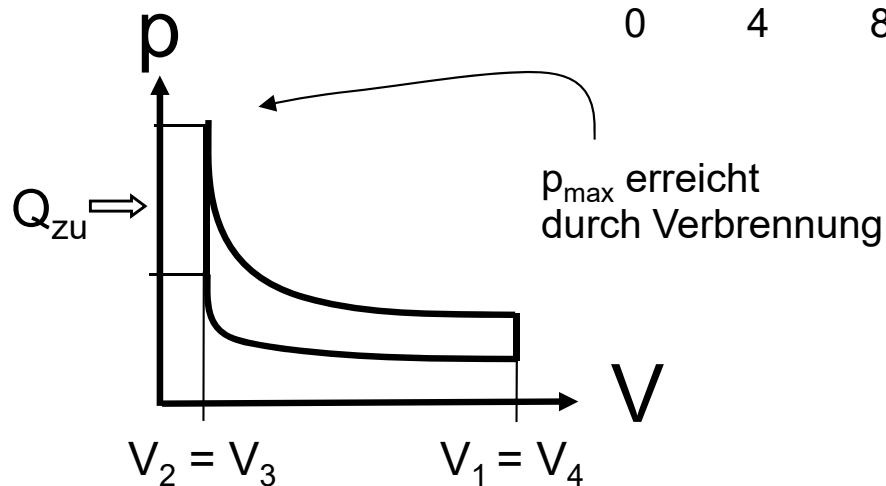
- Stand der Technik
- ε und der Motor
- GCA
- Prüfstand und Versuchsprogramm
- Stationärbetrieb
- Transientbetrieb
- Wie geht es weiter?

Einfluss des ε beim Gleichraumprozess

$$\eta_{th, \text{Gleichraum}} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}}$$



Einfluss der 1875 von N. Otto beschriebenen Vorverdichtung auf den thermischen Wirkungsgrad



$$\kappa = \text{const}, \varepsilon \uparrow \rightarrow \eta_{th} \uparrow$$

Der Motor



Hersteller

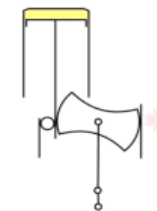
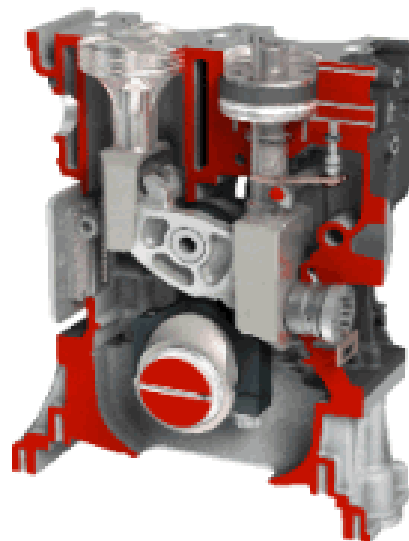
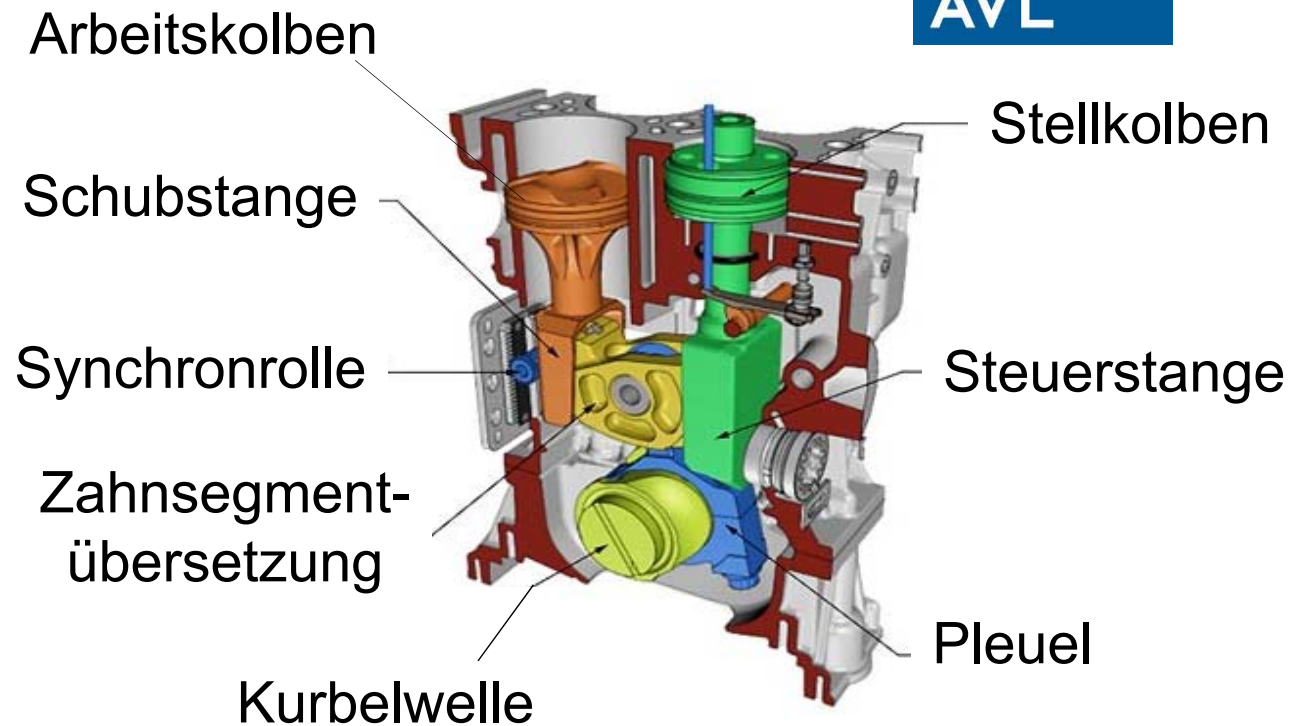
- MCE-5 / Lyon, France

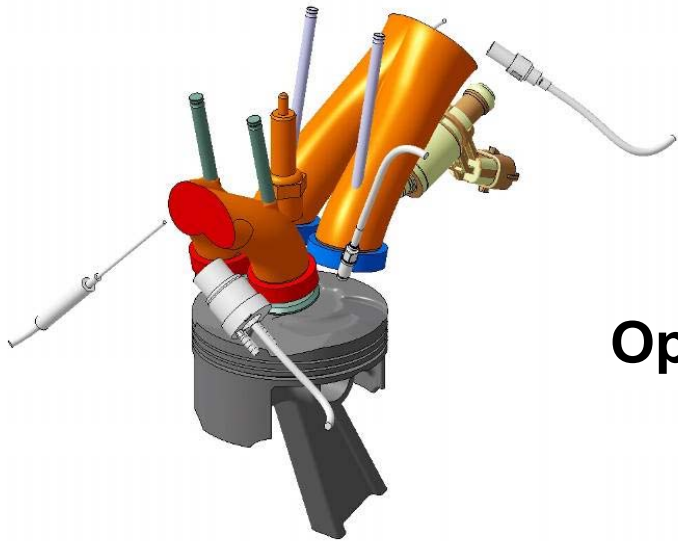
Spezifikation

- 4-Zylinder-Otto, Reihe, $V_H = 1.5l$
- Direkteinspritzung, RON 95
- **Kurbeltrieb mit variablem $\varepsilon = 6$ bis 15**
- 2-stufige Aufladung
- Zwei Phasenschieber

Technische Daten

- $P_e = 160 \text{ kW}$
- $p_{mi} > 40 \text{ bar @ } M_d = 480 \text{ Nm}$

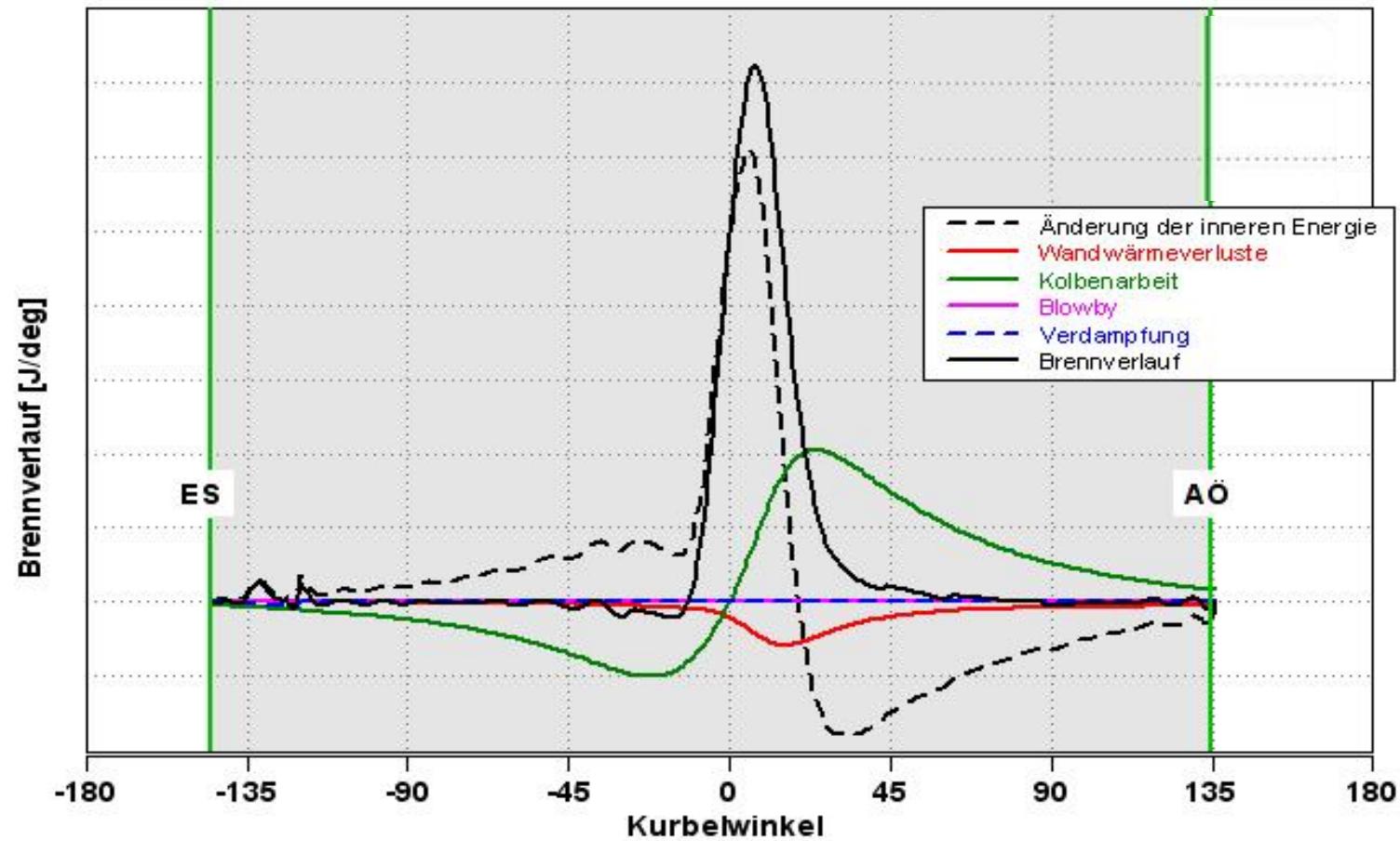




Optimierung transienter Vorgänge mit AVL-GCA an einem Otto-Motor hoher Flexibilität

Inhalt:

- Stand der Technik
- ε und der Motor
- **GCA**
- Prüfstand und Versuchsprogramm
- Stationärbetrieb
- Transientbetrieb
- Wie geht es weiter?

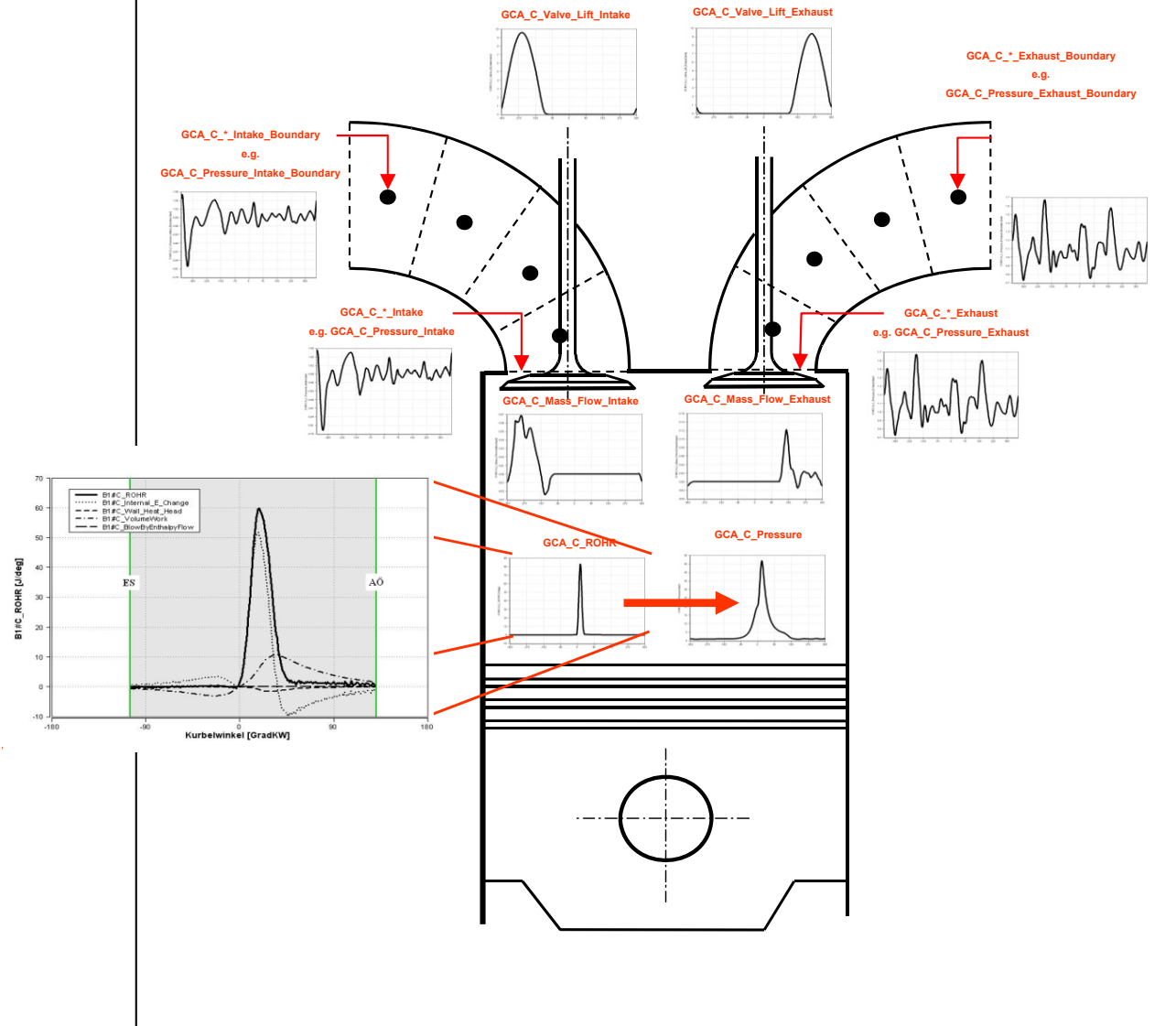


$$\frac{d(m_Z u)}{d\alpha} = -p_c \frac{dV}{d\alpha} + \frac{dQ_B^*)}{d\alpha} - \frac{dQ_W}{d\alpha} - h_{BB} \frac{dm_{BB}}{d\alpha}$$

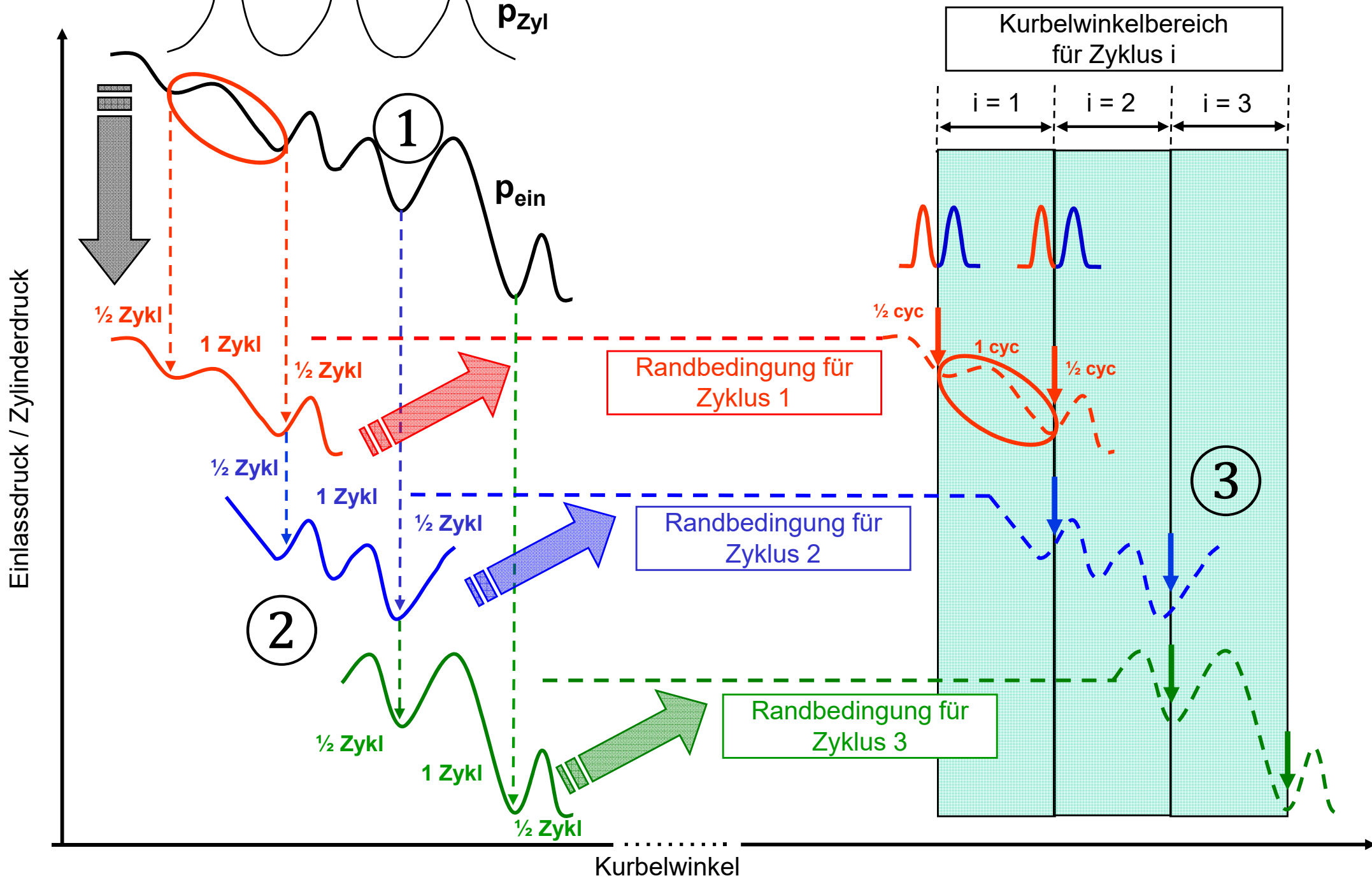
*) dQ_B : Wärmefreisetzung durch Verbrennung nach Kraftstoffeintrag (Brennverlauf)

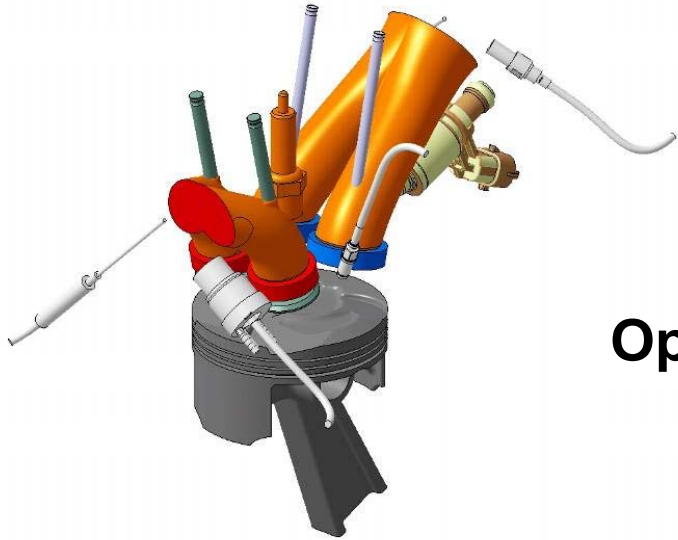
Ladungswechselanalyse

Drücke und Massenströme



Ablauf im dynamischen Betrieb



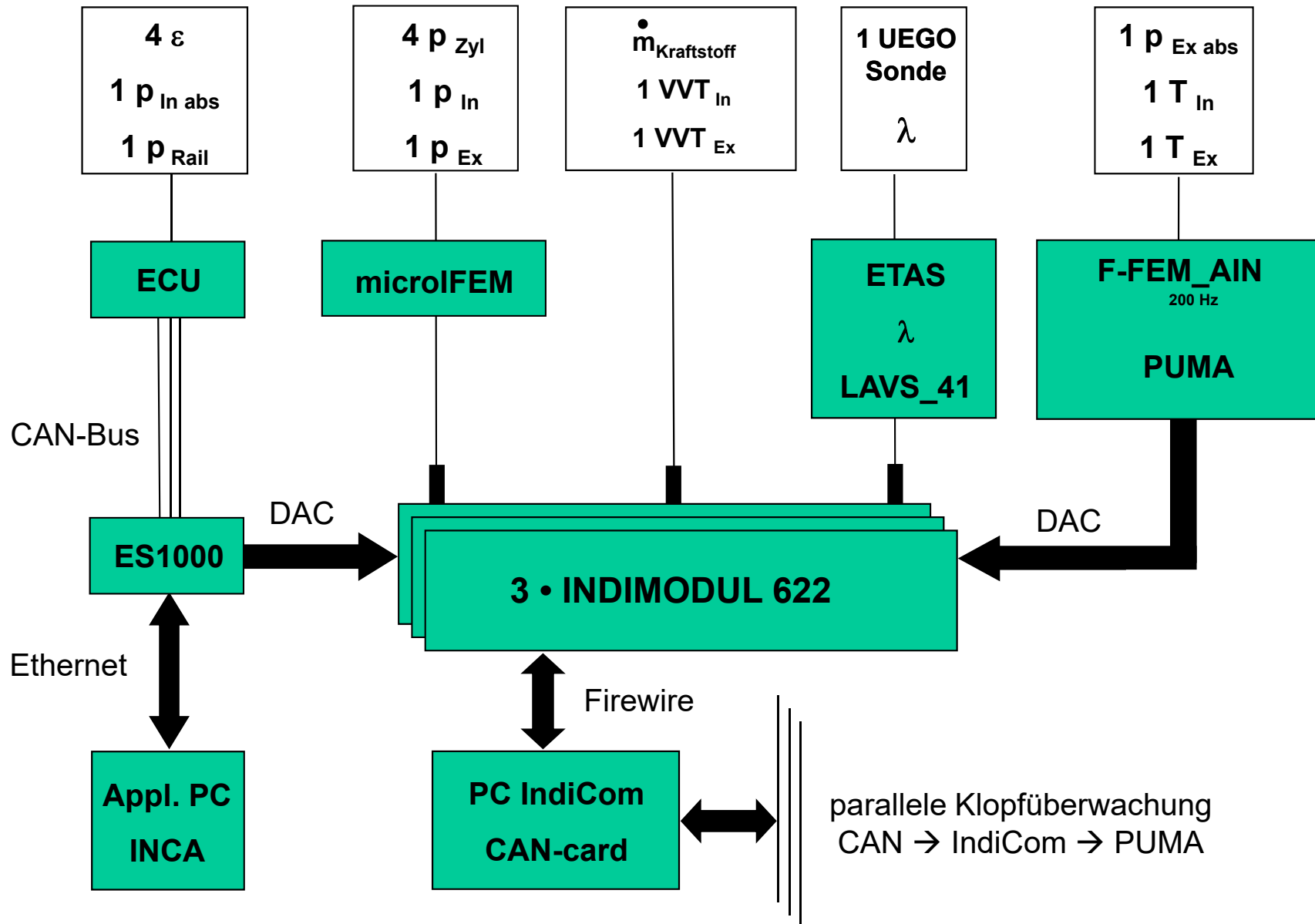


Optimierung transienter Vorgänge mit AVL-GCA an einem Otto-Motor hoher Flexibilität

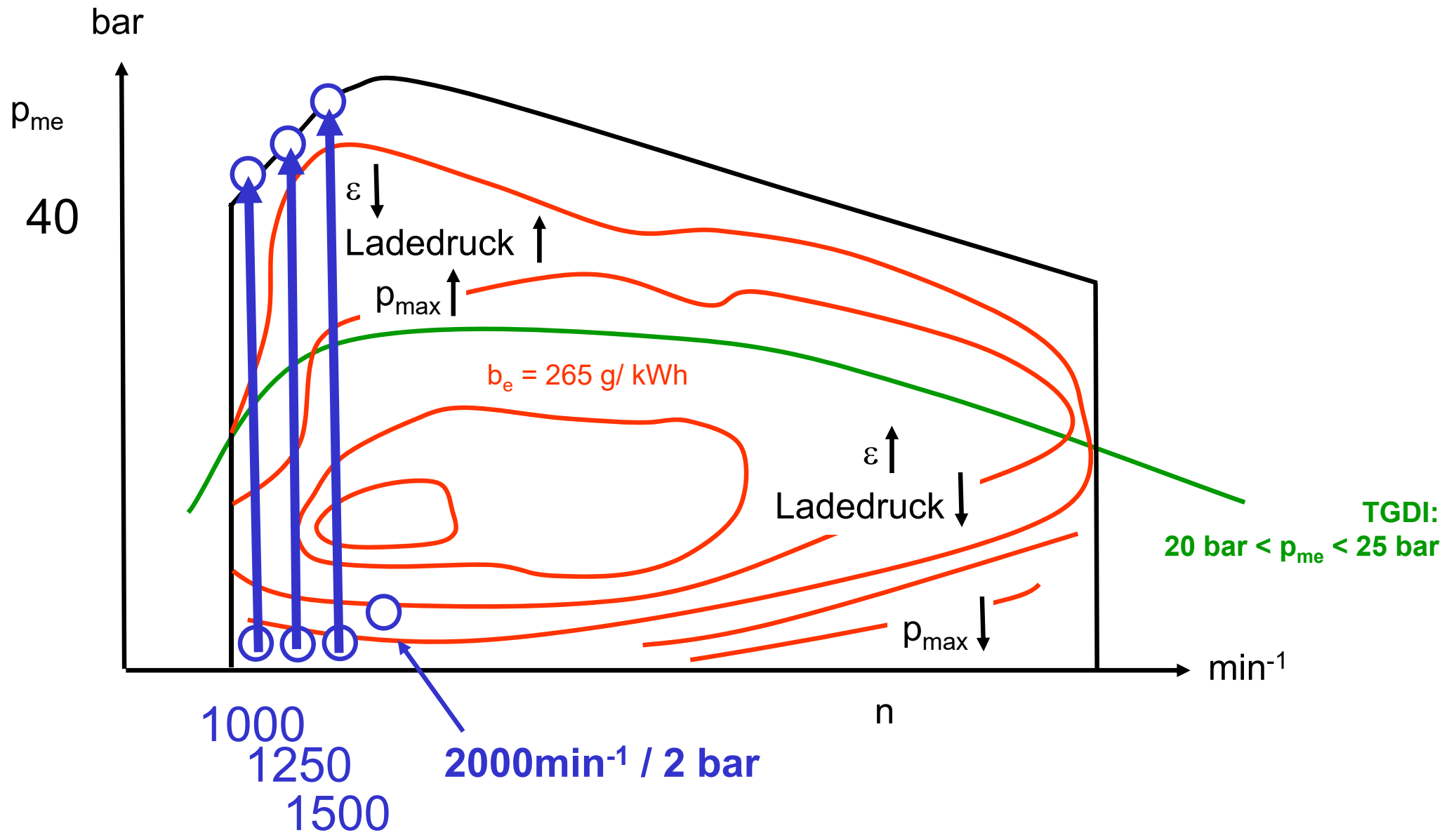
Inhalt:

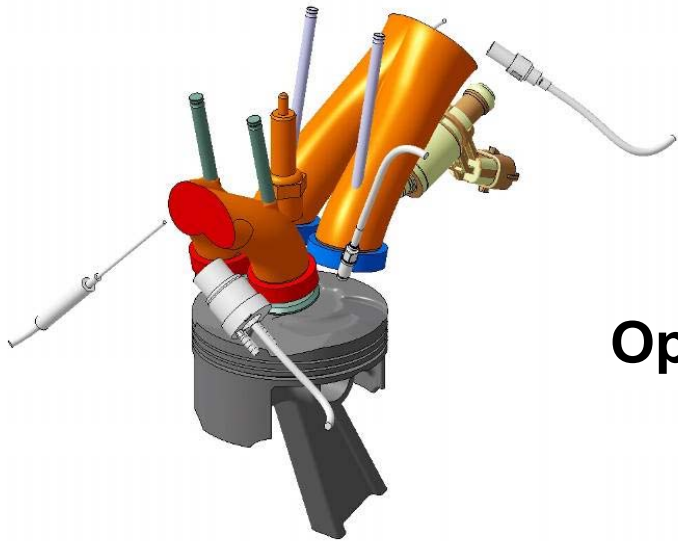
- Stand der Technik
- ε und der Motor
- GCA
- Prüfstand und Versuchsprogramm
- Stationärbetrieb
- Transientbetrieb
- Wie geht es weiter?

Prüfstands Aufbau und Messgrößen



Kraftstoffverbrauch



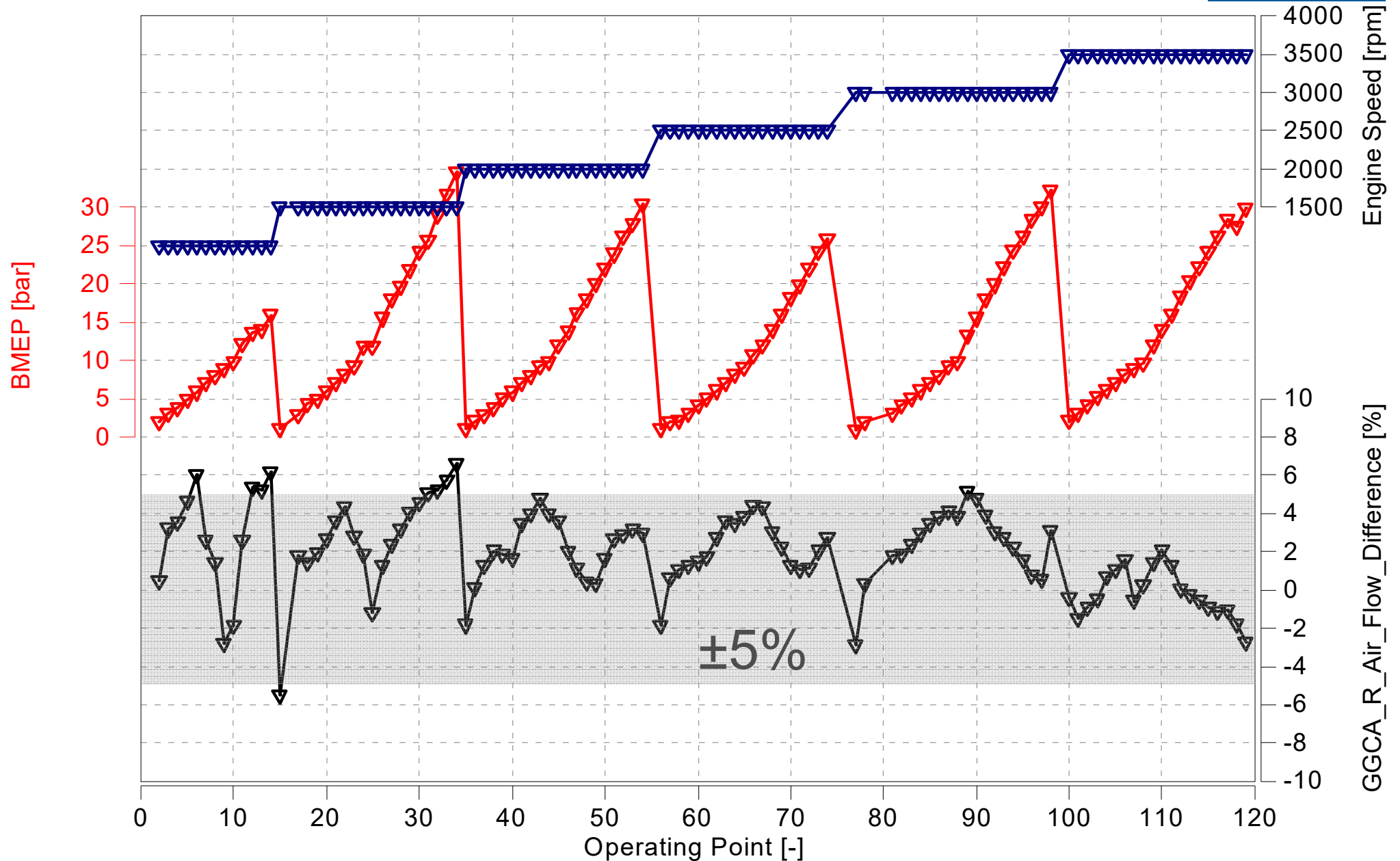


Optimierung transienter Vorgänge mit AVL-GCA an einem Otto-Motor hoher Flexibilität

Inhalt:

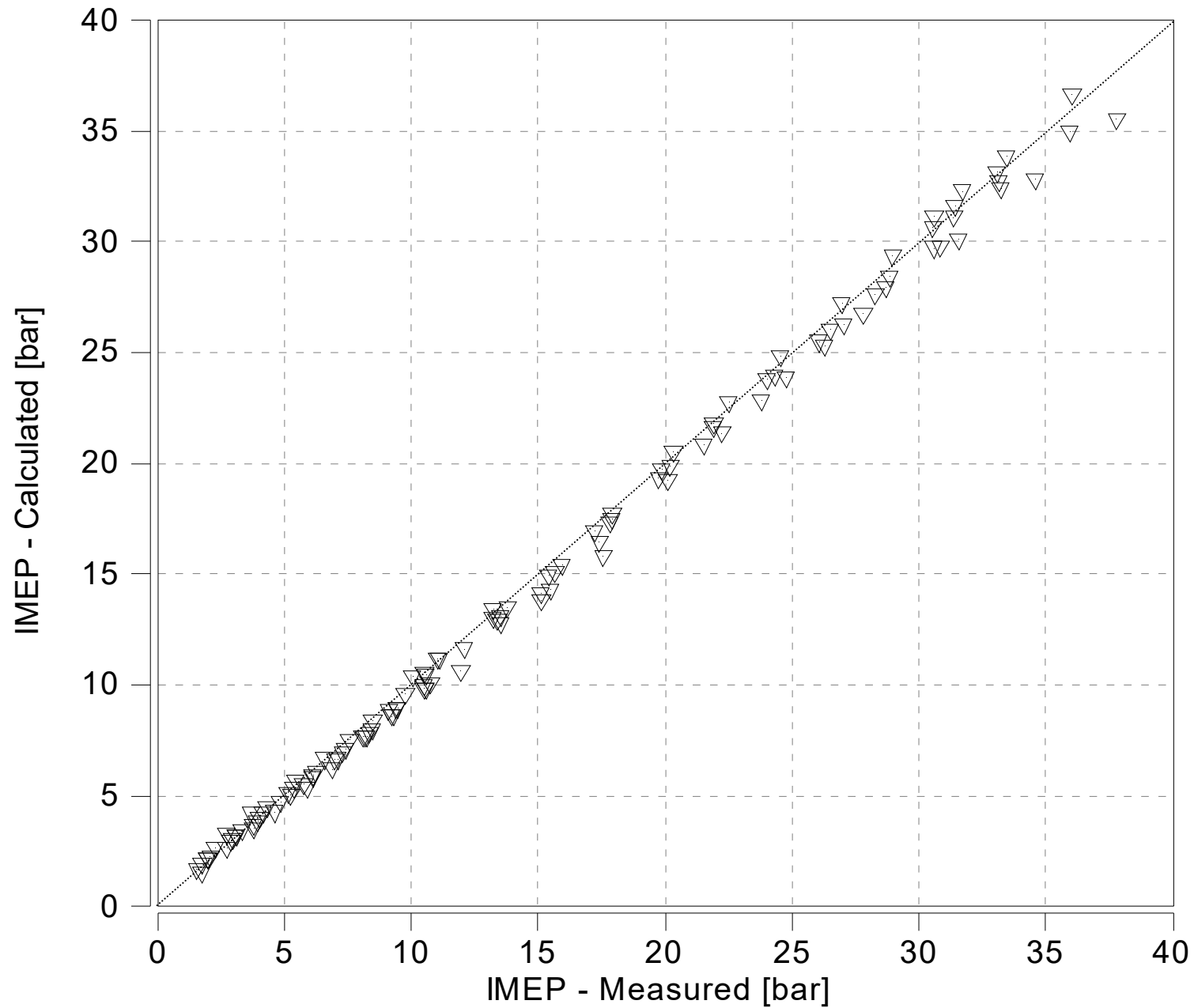
- Stand der Technik
- ε und der Motor
- GCA
- Prüfstand und Versuchsprogramm
- **Stationärbetrieb**
- Transientbetrieb
- Wie geht es weiter?

Luftmassenstrombilanz Messung - Rechnung

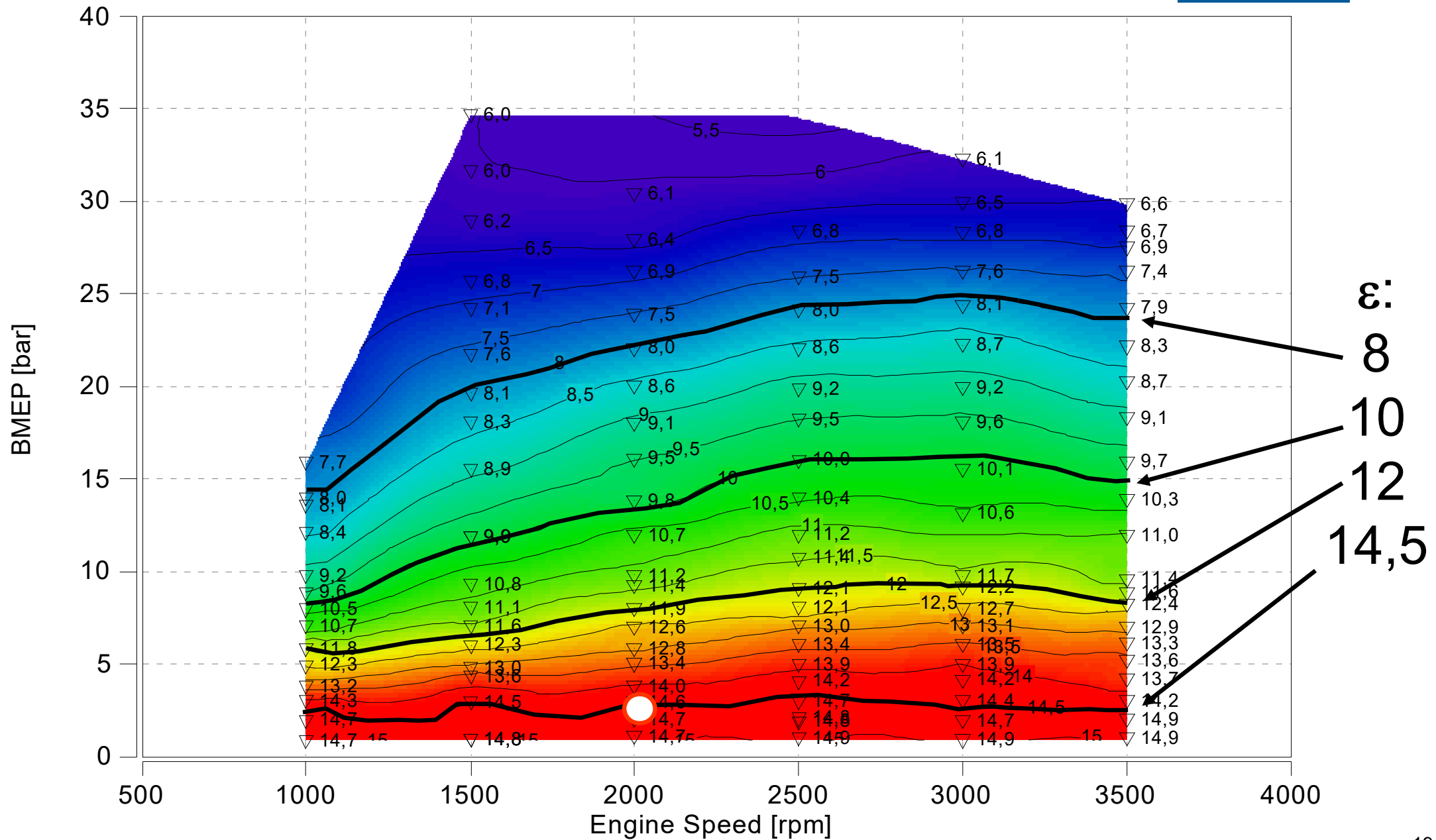
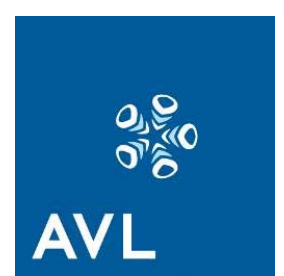




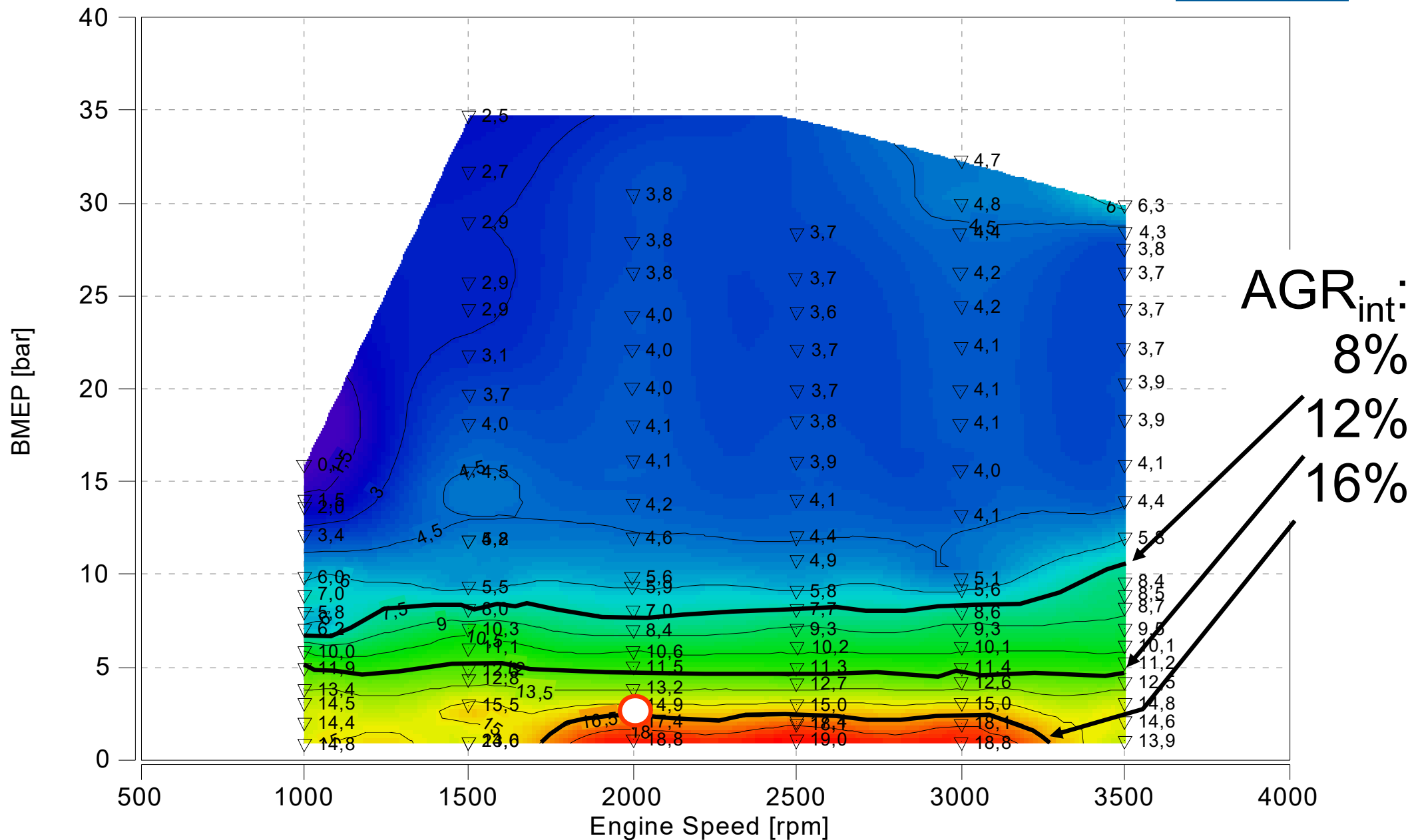
Energiebilanz Rechnung - Messung



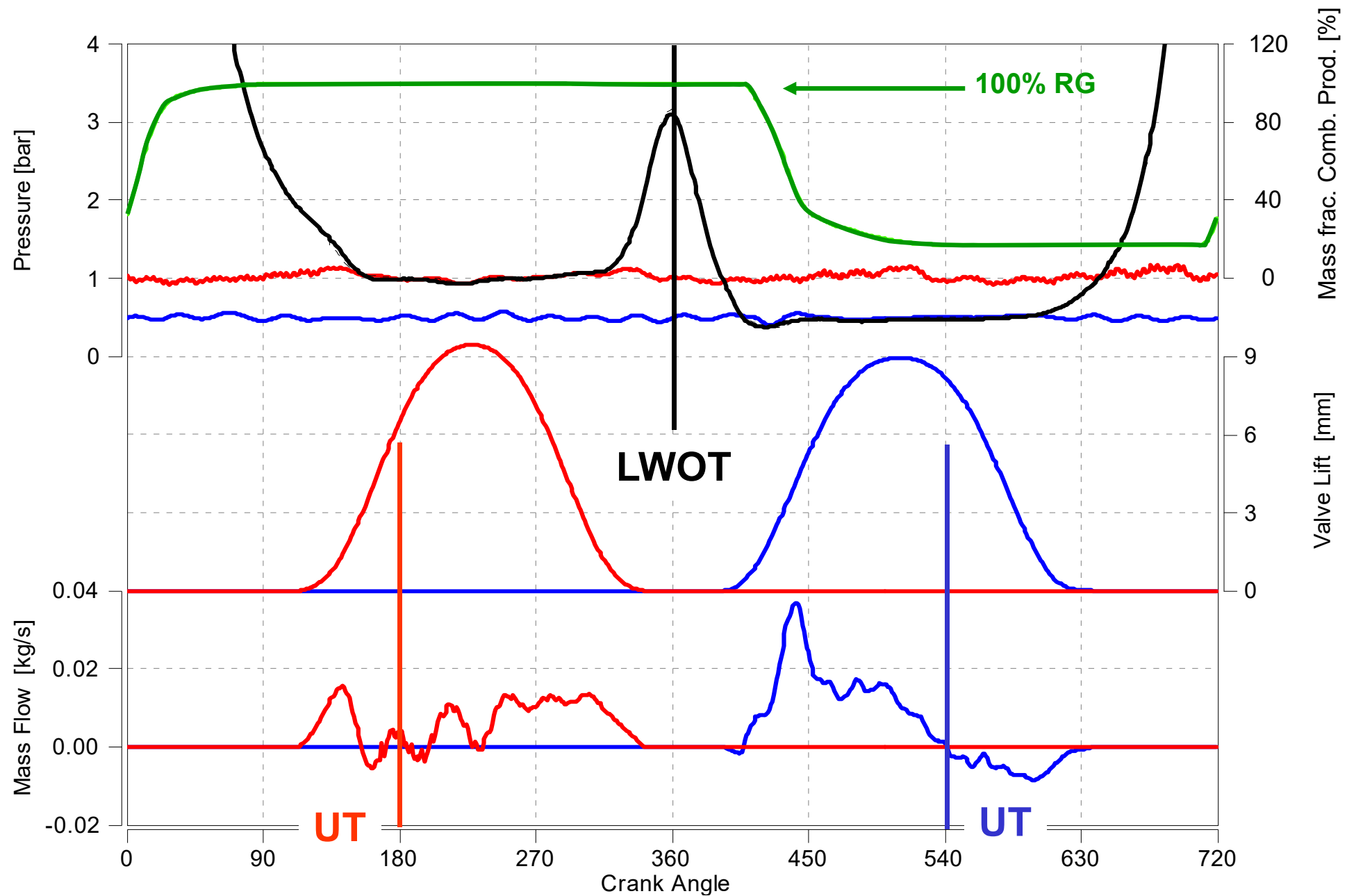
Verdichtungsverhältnis , ○ 2000 min⁻¹ / 2 bar

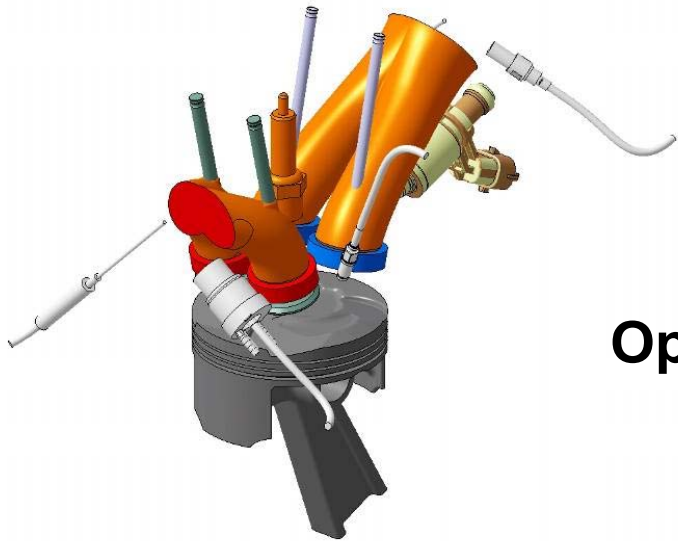


Restgasgehalt, ○ 2000 min⁻¹ / 2 bar



Restgasverdichtung, 2000 min⁻¹ / 2 bar



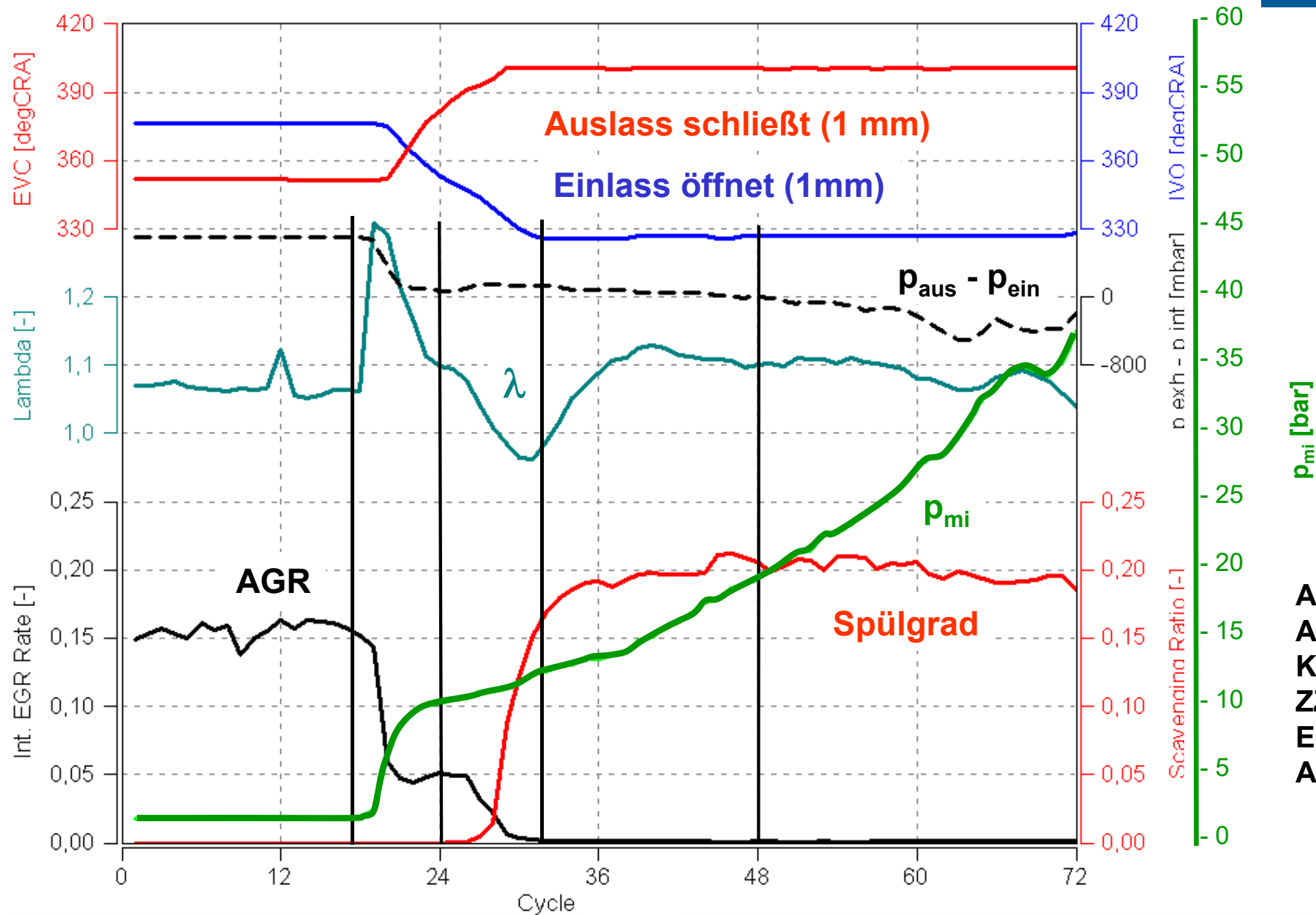


Optimierung transienter Vorgänge mit AVL-GCA an einem Otto-Motor hoher Flexibilität

Inhalt:

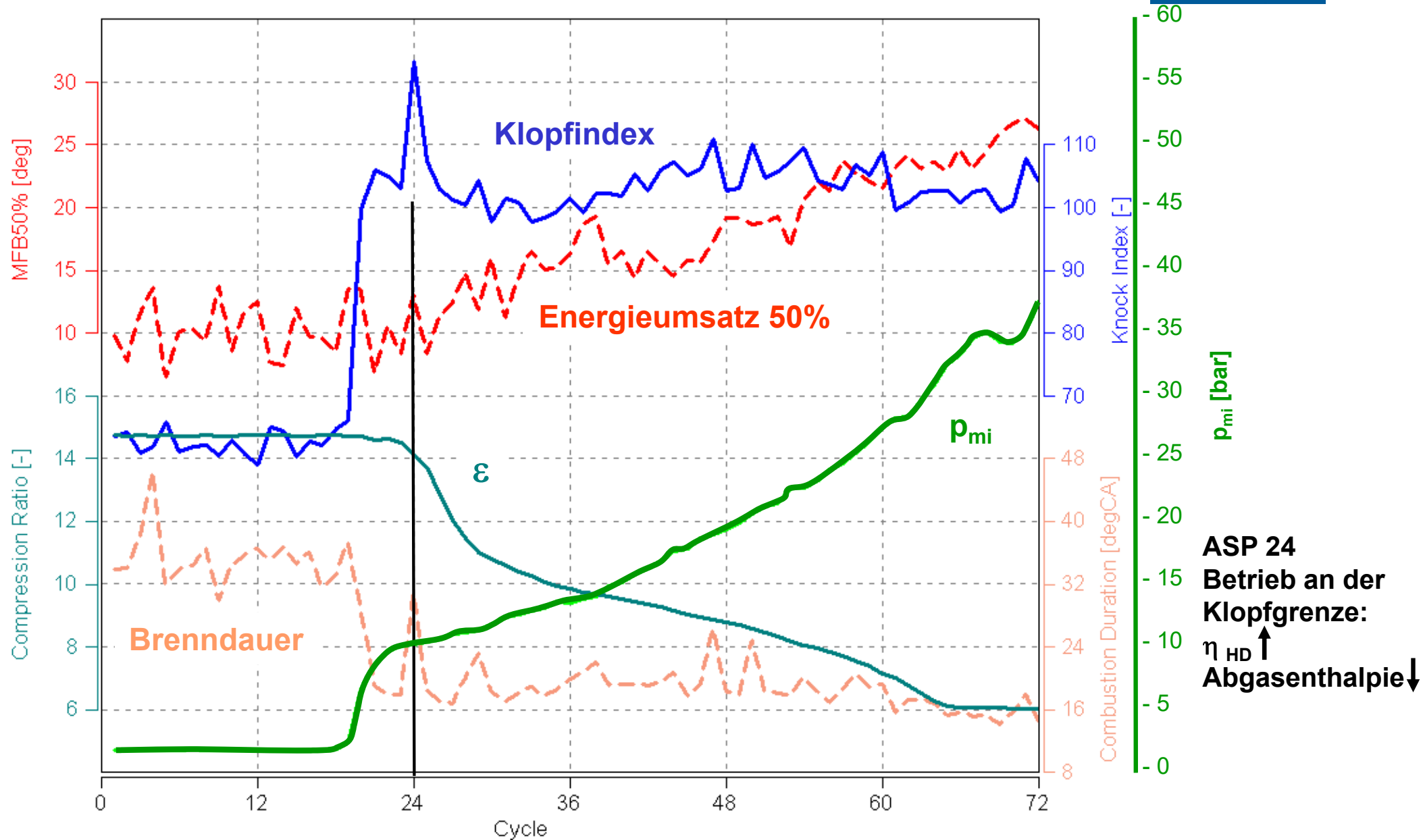
- Stand der Technik
- ε und der Motor
- GCA
- Prüfstand und Versuchsprogramm
- Stationärbetrieb
- **Transientbetrieb**
- Wie geht es weiter?

Ladungswechselphase



ASP 24
AGR hoch:
 Klopfneigung ↑
 ZZP später
 Energieumsatz ↓
 Abgasenthalpie ↓

Hochdruckphase



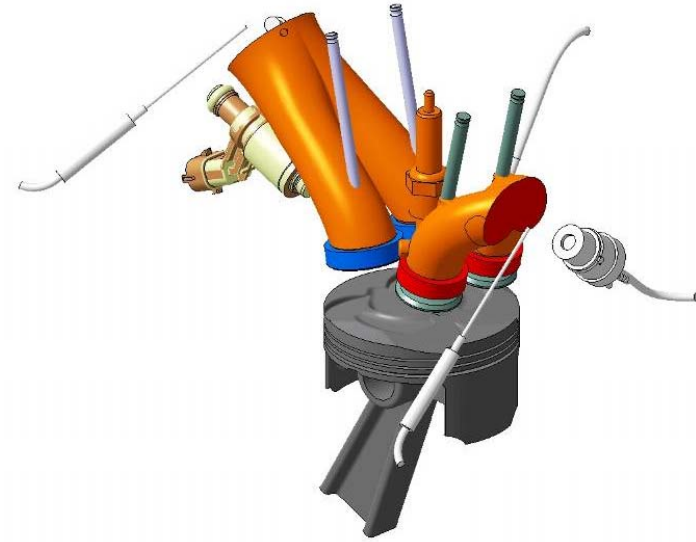


Momentverlauf:

IST



SOLL



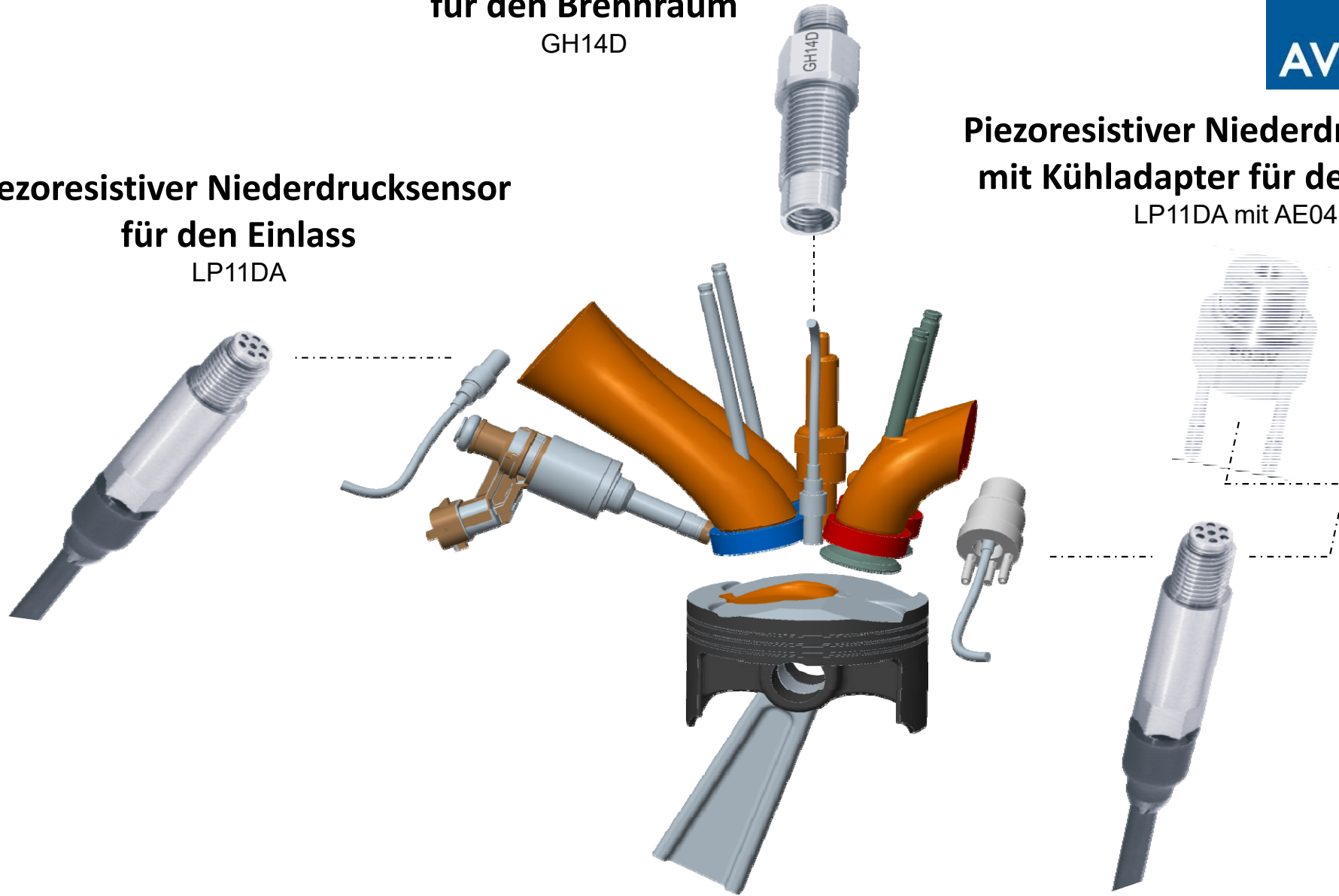
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Piezelektrischer Hochdrucksensor
für den Brennraum**
GH14D



**Piezo-resistiver Niederdrucksensor
für den Einlass**
LP11DA

**Piezo-resistiver Niederdrucksensor
mit Kühladapter für den Auslass**
LP11DA mit AE04



**Die AVL-Sensorkombination
für detaillierte Ladungswechselanalyse mit AVL-GCA**

MCE-5 VCRI-Motor

