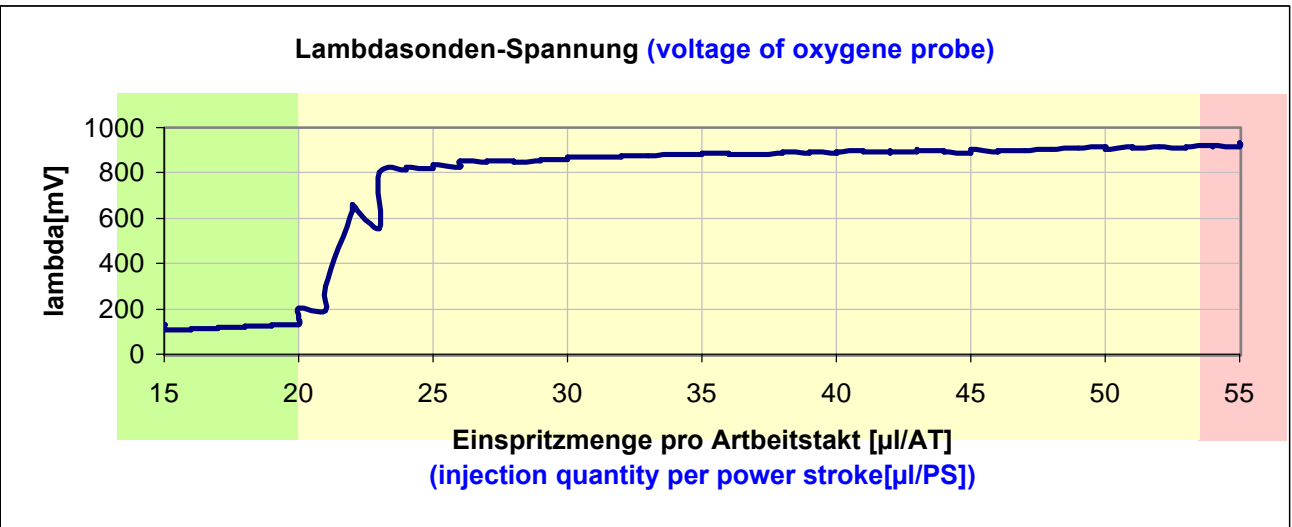
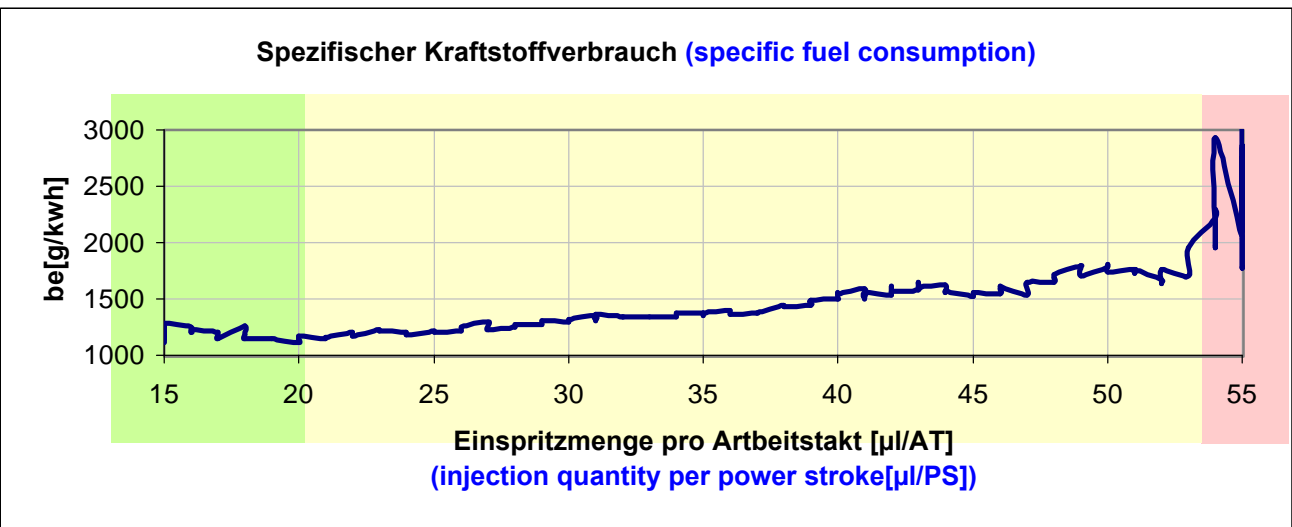
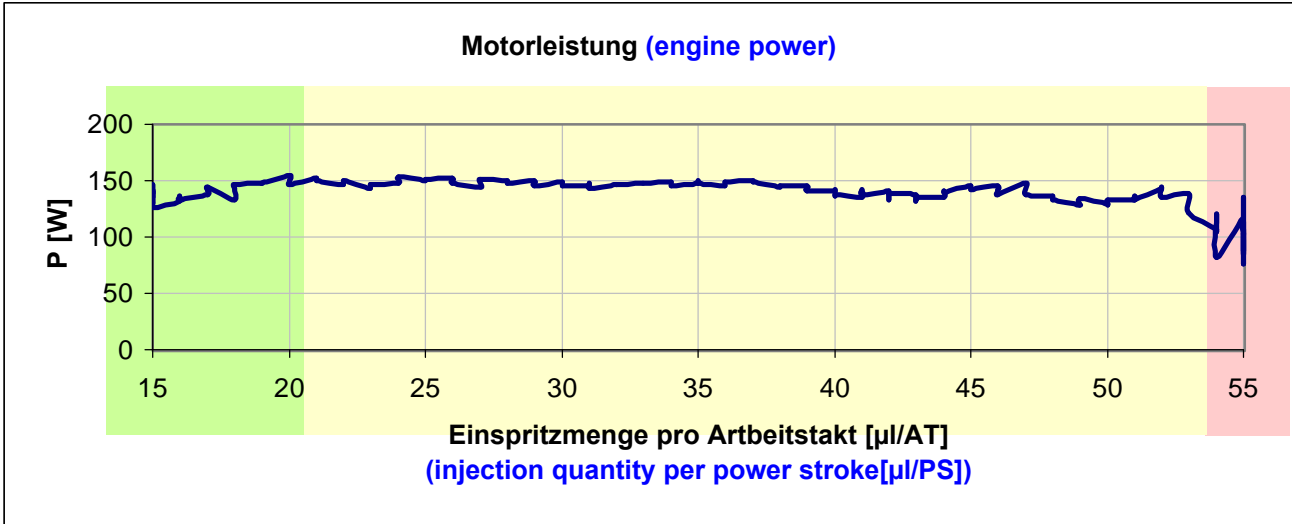
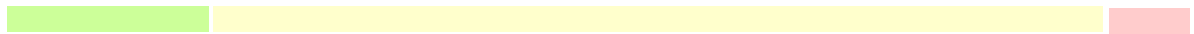


Gemischbildung/(mixture)

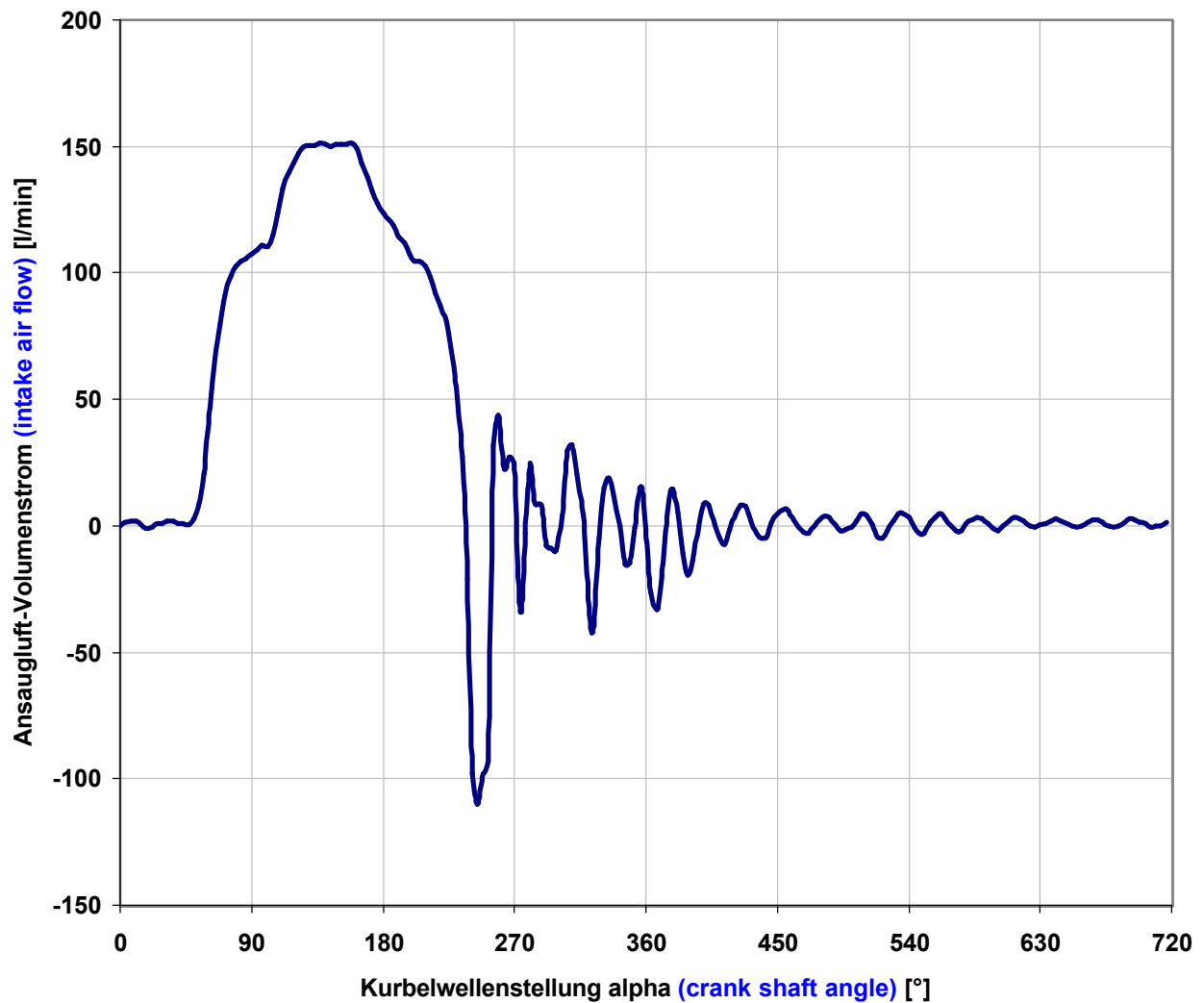
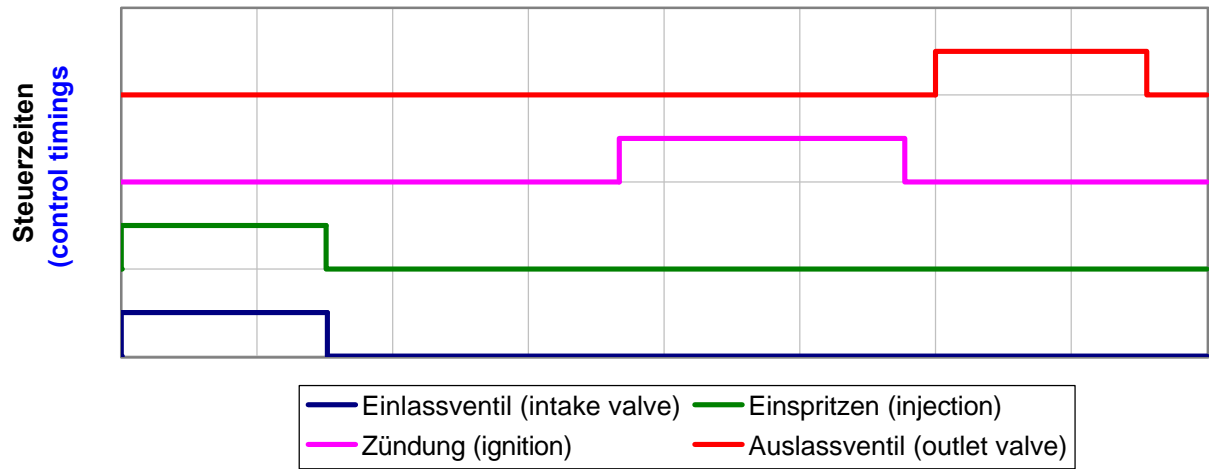
n=1500 Upm (Rpm)

Fett(rich) →

Laufgrenze fett (limit rich)



Ansaugluft-Volumenstrom (intake airflow)

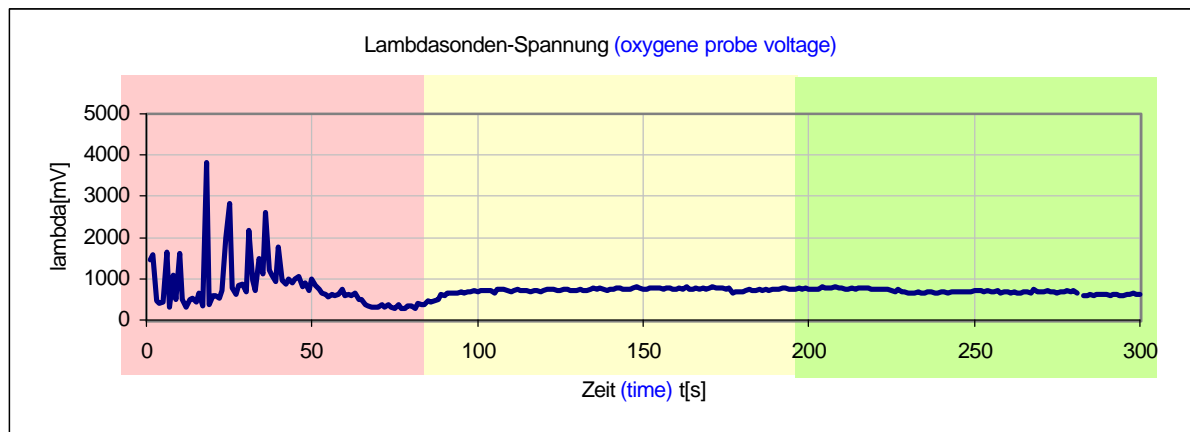
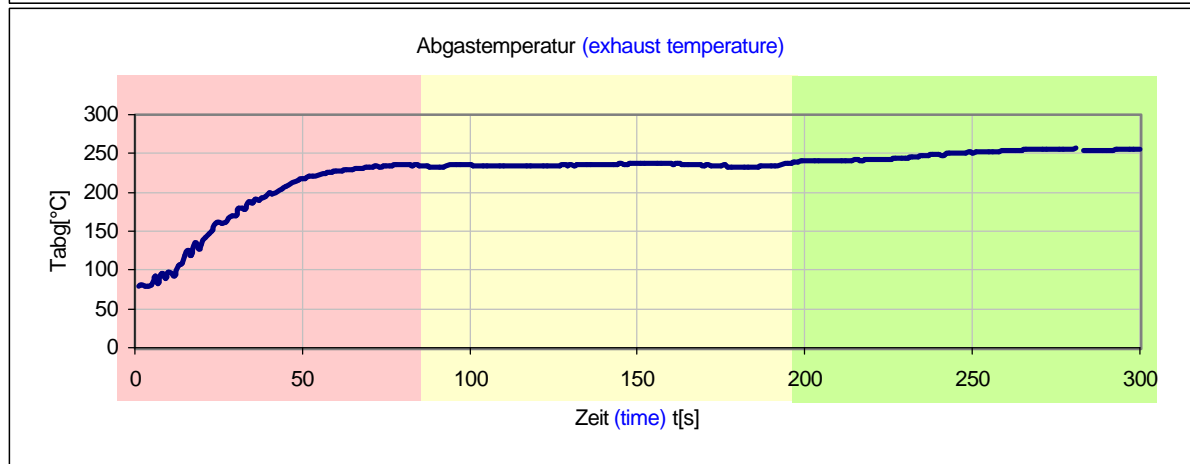
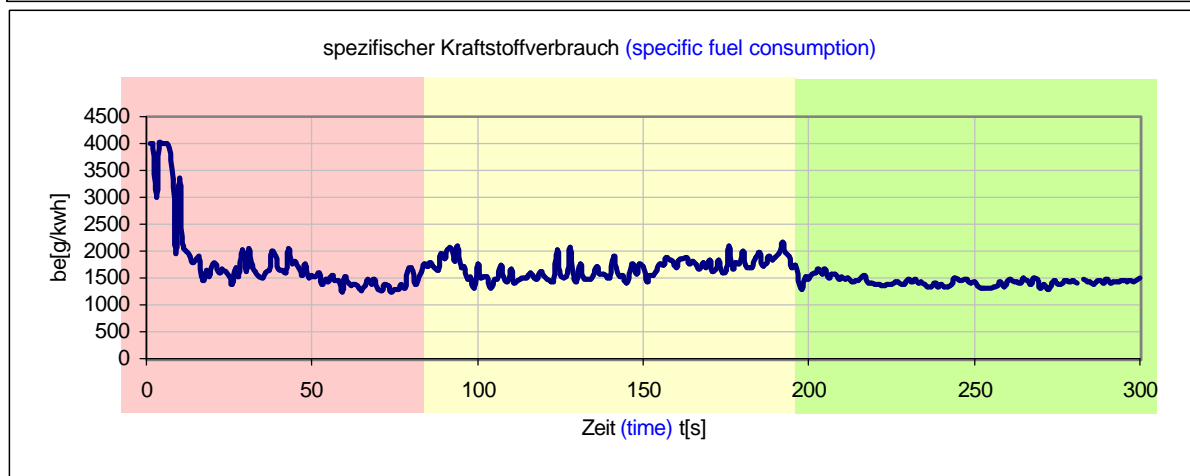
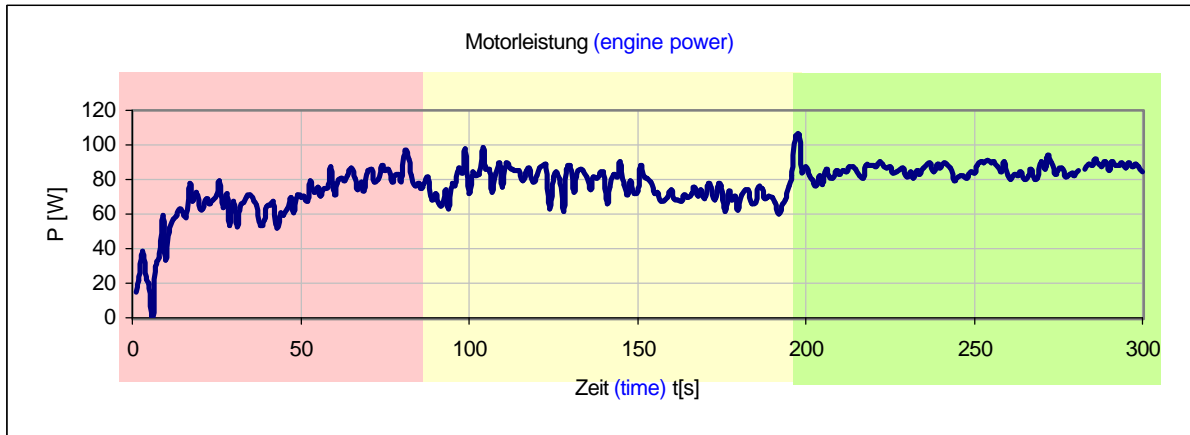


Kaltstartverhalten (cold start)

Kaltstart (cold start)

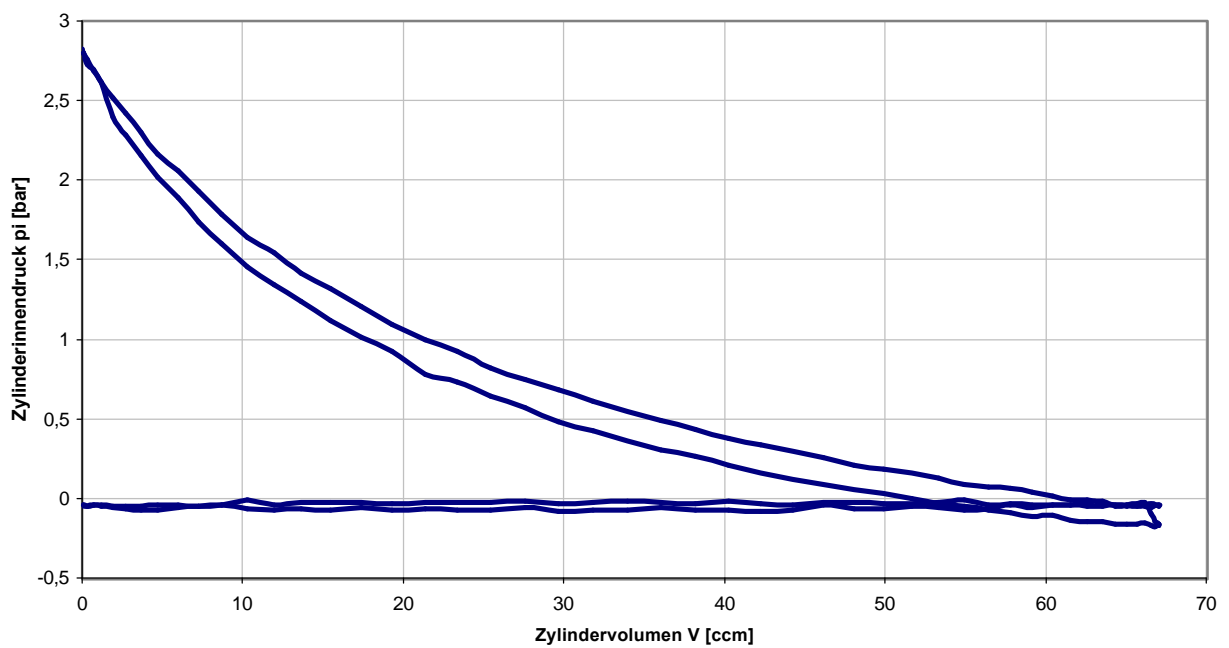
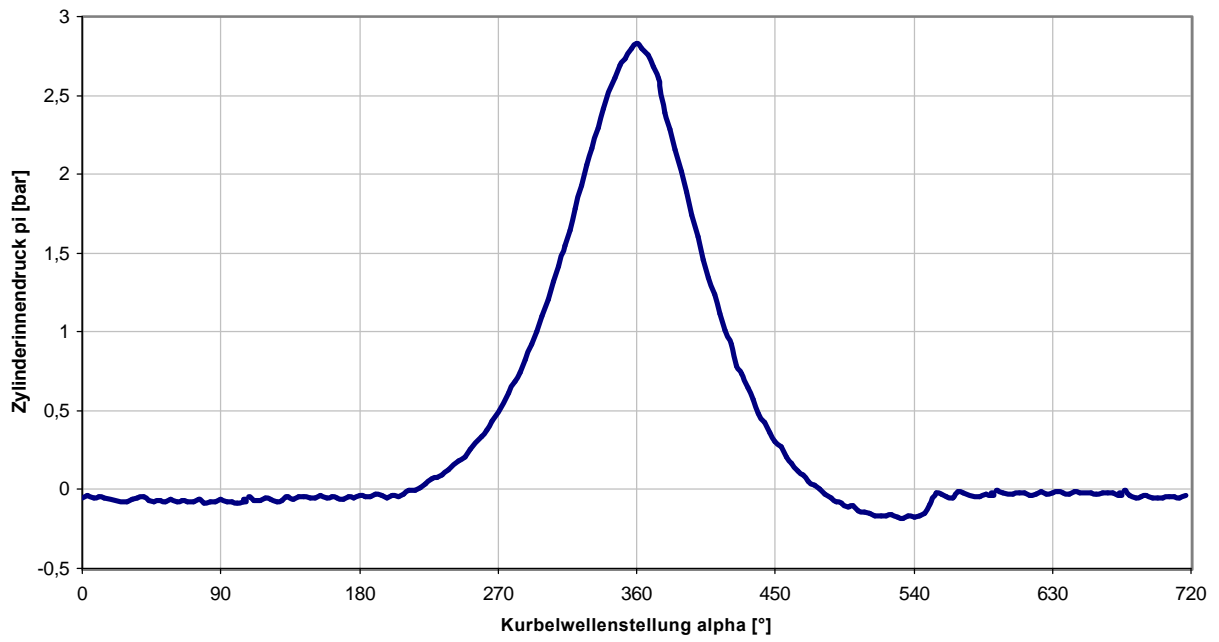
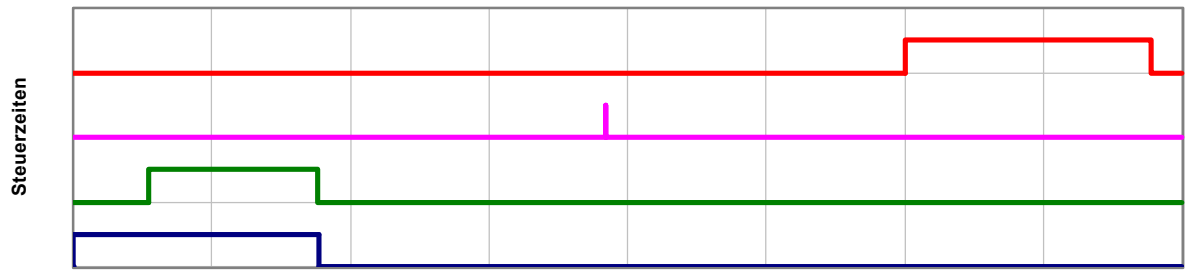
Warmlauf (warm up)

Betrieb (normal running)

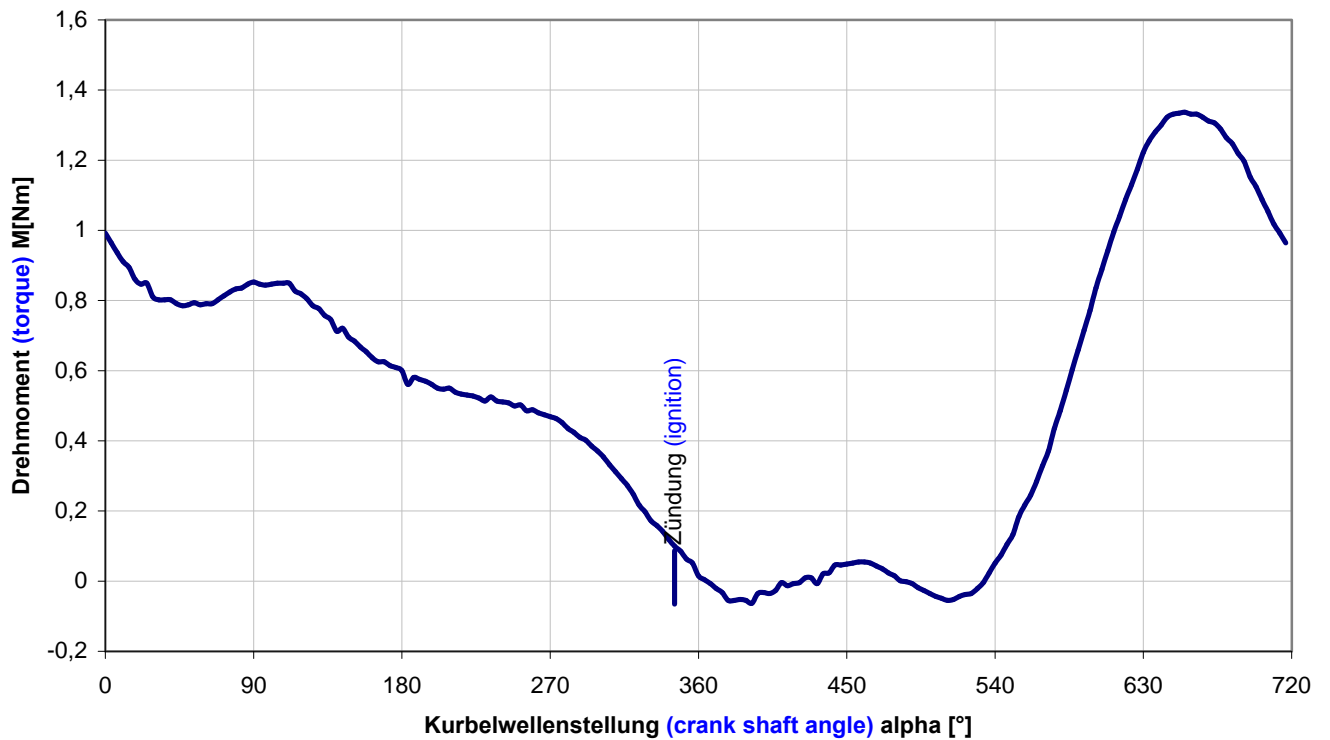
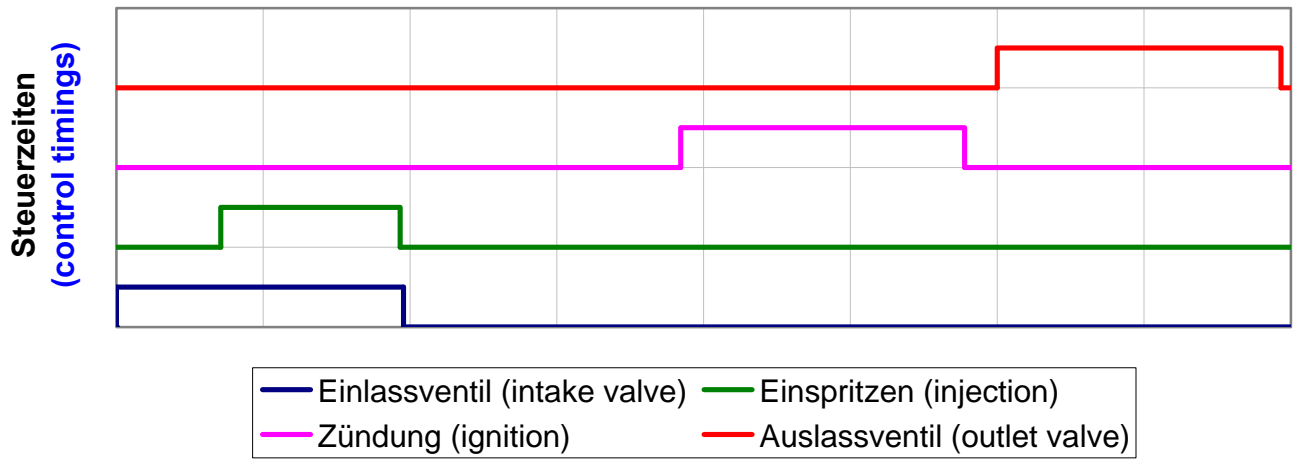


Verdichtungsline

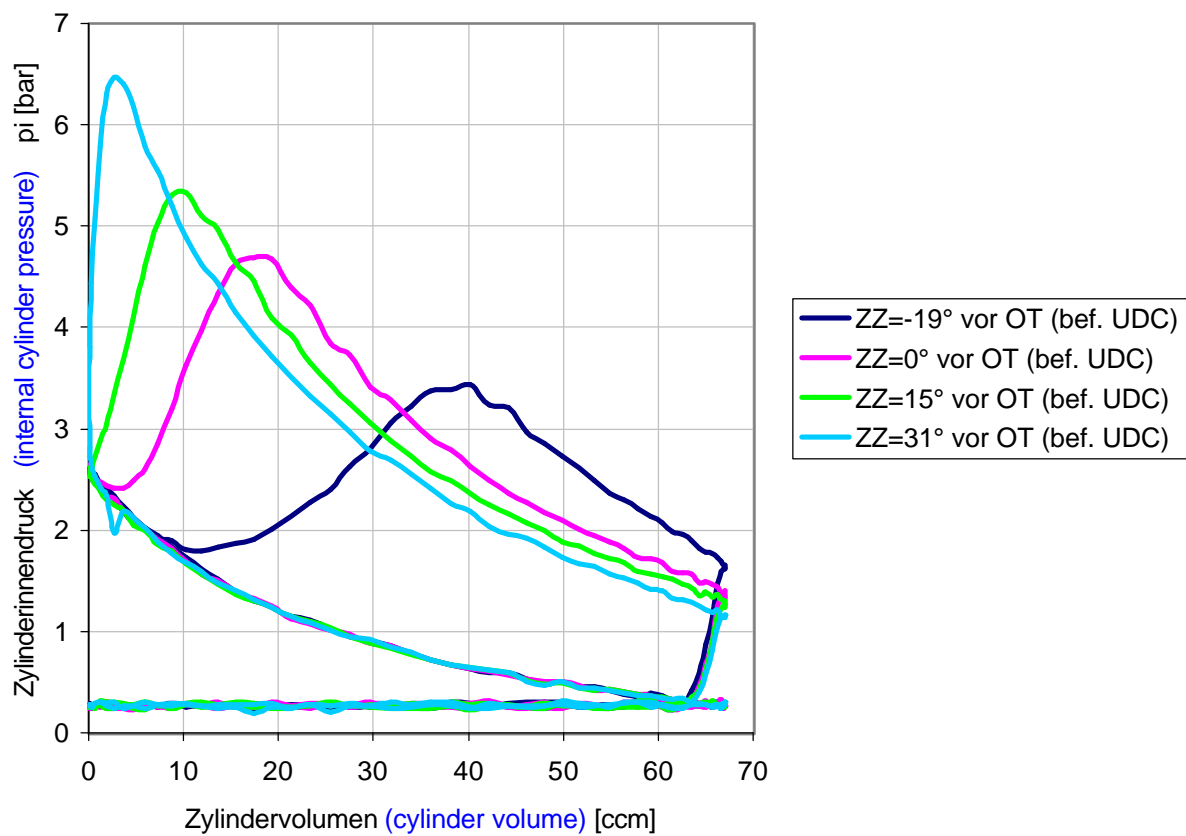
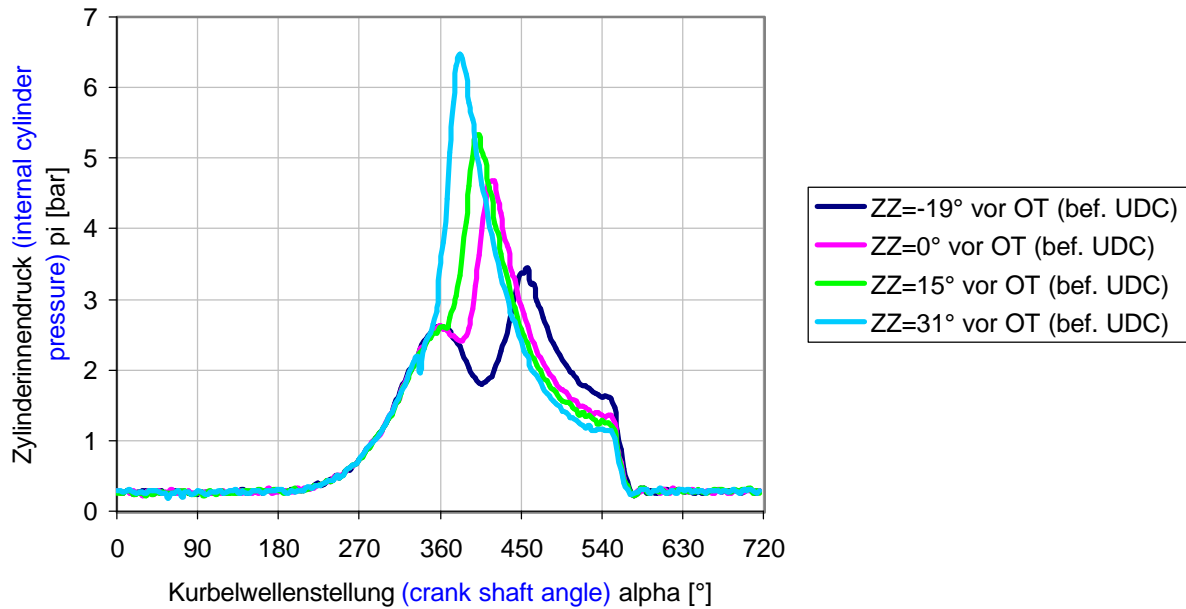
Einlaßventil Einspritzen Zündung Auslaßventil



Ungleichförmigkeit der Drehmomentabgabe beim 4-Takt-Einzylindermotor (indicated torque on mono cylinder 4 stroke Otto engine)

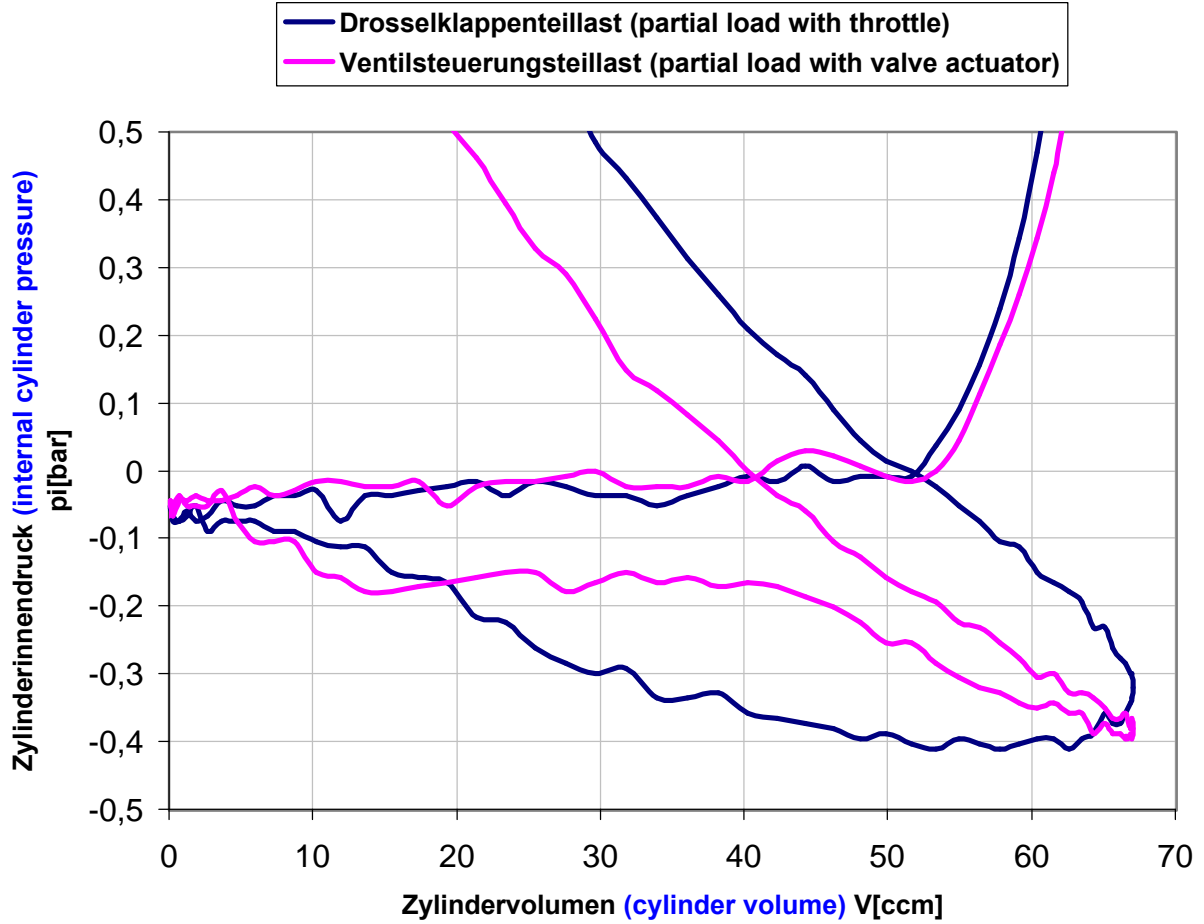


Einfluss des Zündzeitpunktes auf den Zylinderinnendruck (influence of ignition point on internal cylinder pressure)

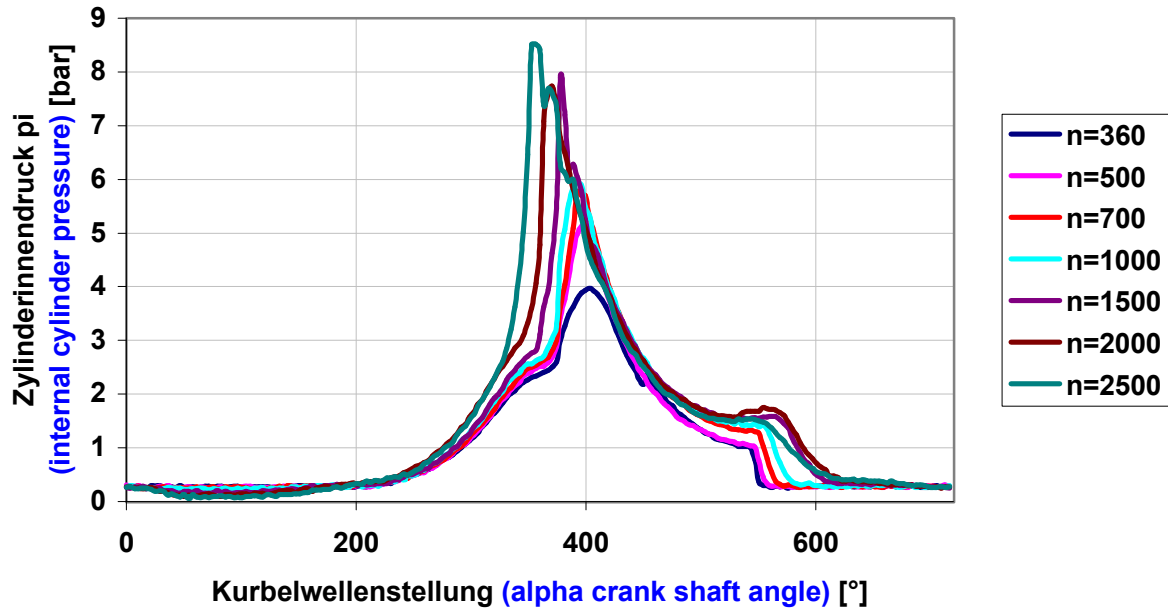


Verluste in der Gaswechselschleife
(deficit in gas exchange phase)

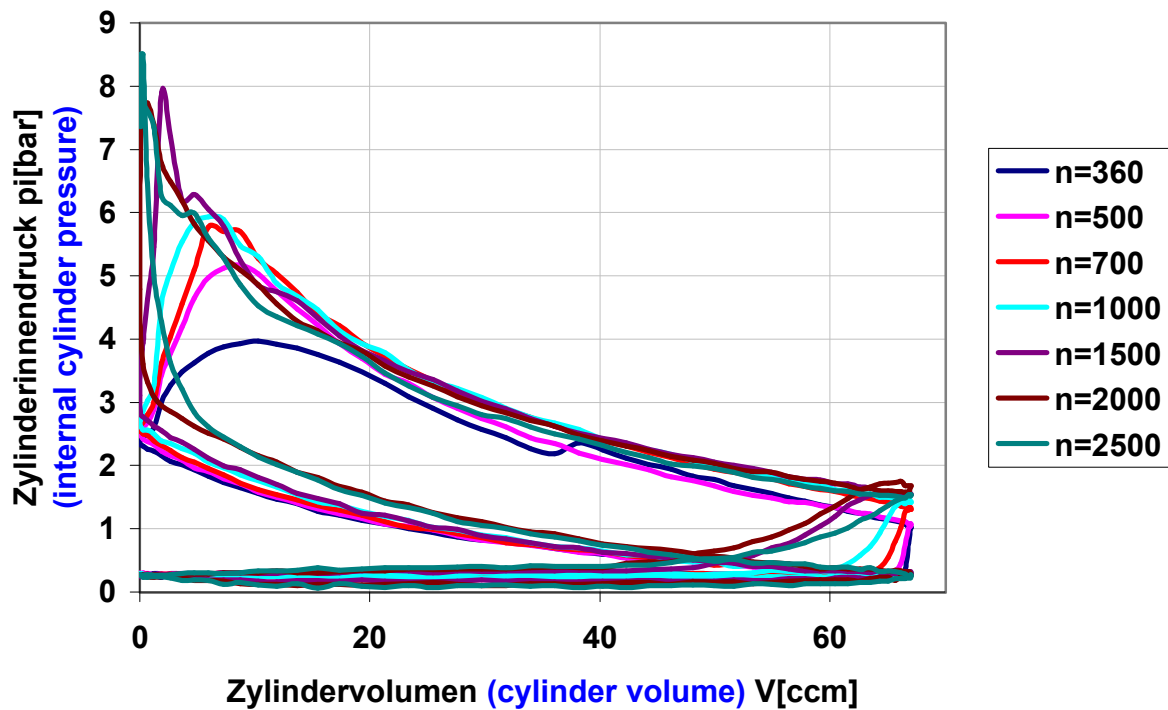
n=1500 Upm



Einfluss der Drehzahl auf den Zylinderinnendruck
 (influence of engine speed on internal cylinder pressure)

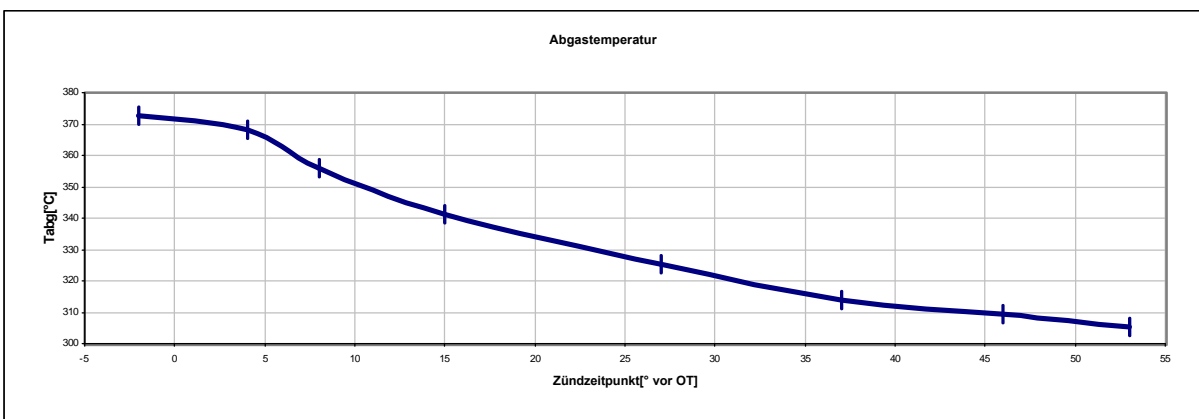
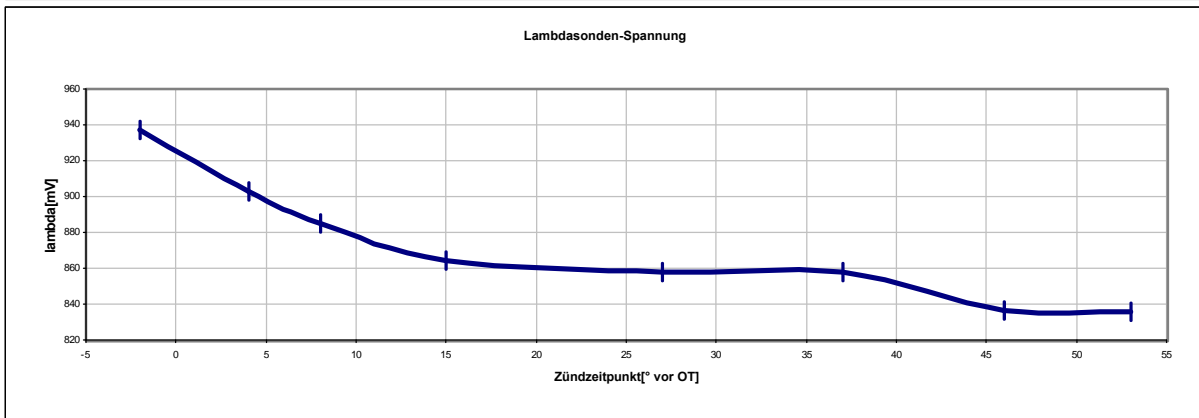
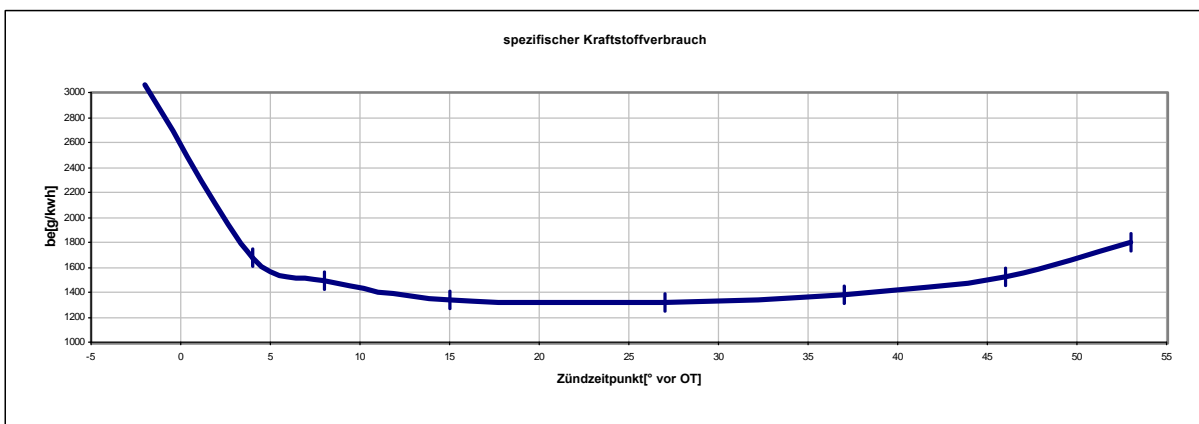
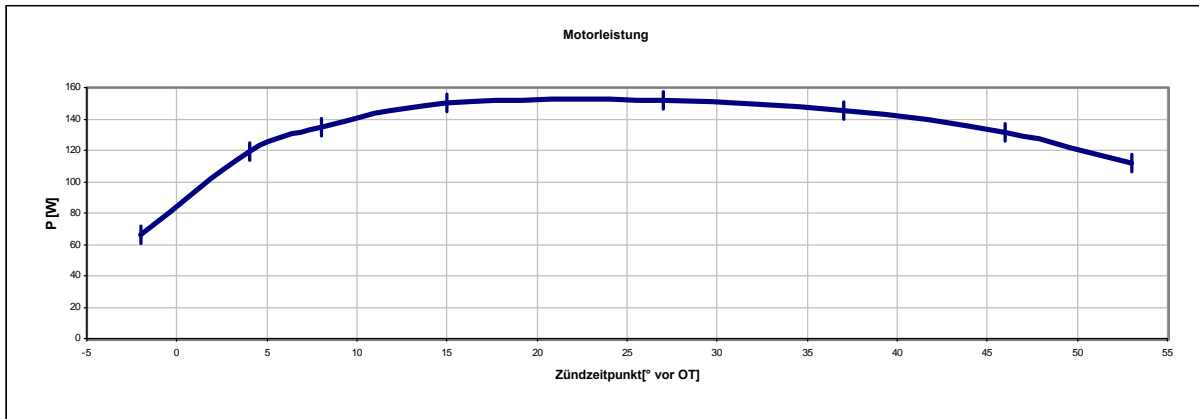


Einfluss der Drehzahl auf den Zylinderinnendruck
 (influence of engine speed on internal cylinder pressure)



Zündzeitpunkt

n=1550 Upm



Untersuchungen mit dem TeLC-Glaszylinder-Motor

© Bastian Minnig (Diplomarbeit an der FH Konstanz im Sommersemester 2002)

Diskussion der Diagramme:

Abschnitt 1 (0 – 3 Sek.) :

Abschnitt 1 beschreibt den stehenden Motor.

Drehzahl, Drehmoment, Mitteldruck, Leistung, Kraftstoffvolumenstrom, Luftvolumenstrom und Lambda sind somit null.

Die Abgastemperatur von ca. 45 °C entspricht nicht ganz Umgebungstemperatur, da der Motor vorher schon gelaufen ist und sich der Abgasstrang nicht lang genug abkühlen konnte.

Der spezifische Kraftstoffverbrauch zeigt einen Offset-Wert von 4000 g/kWh an. Dieser Wert wird angezeigt, sobald der Motor sich gedreht hat, egal ob mit oder ohne Zündung bzw. Einspritzung.

Abschnitt 2 (4 – 11 Sek.) :

In Abschnitt 2 befindet sich der Folgeschalter auf Position „Zündung“.

Der Drehmomentgraf zeigt einen negativen Wert, da der Drehstrommotor den Glasmotor antreibt und deshalb die Drehmomentabstützung entgegen der positiven Richtung (Glasmotor treibt Drehstrommotor an; Drehstrommotor wirkt dann als Bremse) wirkt.

Der Mitteldruck zeigt einen negativen Wert, da

$$p_i = \eta_i \cdot \lambda_a \cdot H_G$$
$$\eta_i = \frac{P_i}{\dot{m}_B \cdot H_u} \quad \text{mit} \quad P_i = P_r + P_e$$

und P_e in diesem Abschnitt einen negativen Wert hat, da M negativ ist und sich

$$P_e = M \cdot \varpi$$

berechnet.

Der spezifische Kraftstoffverbrauch ist null, da auf Folgeschalterposition „Drehen“ kein Kraftstoff eingespritzt wird.

Die Luftmenge pendelt sich auf einem Wert um 32 l/min ein, da durch die Verdrängungswirkung des sich bewegenden Kolbens und einer passenden Ventilbewegung ein Ladungsaustausch stattfindet und damit eine Strömung im Ansaugrohr entsteht.

Die Abgastemperatur ist leicht tiefer als bei Stillstand, da die durchströmende Frischluft kälter ist und somit Wärme vom Abgaskrümmen an die Frischluft abgegeben wird.

Lambda steigt auf einen konstanten Offset-Wert an, da die Sonde erst ab einer Temperatur > 170° anspricht.

Die Drehzahl steigt auf die charakteristische Startdrehzahl $n = 800$ U/min an.

Untersuchungen mit dem TeLC-Glaszylinder-Motor

© Bastian Minnig (Diplomarbeit an der FH Konstanz im Sommersemester 2002)

Die Kolbenkühlung ist hier noch nicht aktiv.

Abschnitt 3 (12 – 55 Sek.) :

In Abschnitt 3 befindet sich der Folgeschalter in Position „Einspritzung“. Zu erkennen ist dies am Graf des Kraftstoffvolumenstroms. Erst ab Abschnitt 3 wird Kraftstoff gefördert und eingespritzt.

Da ab jetzt Kraftstoff eingespritzt, mit Luft vermischt, komprimiert und gezündet wird, wird ab hier Energie im Zylinder umgewandelt, eine Gaskraft wird erzeugt und somit Arbeit am Kolben verrichtet. Somit nehmen ab hier Drehmoment, Leistung und Mitteldruck positive Werte an, da alle unmittelbar miteinander zusammenhängen, siehe oben. Der unregelmäßige Drehmomentverlauf ist so zu erklären, dass noch kein ausreichend homogenes Gemisch vorliegt, um eine gleichmäßige Verbrennung hervorzurufen. Es gibt noch Aussetzer.

Die zwei Extremwerte des Mitteldruckgrafen können mit der großen Schwungmasse des Glasmotors erklärt werden. In diesen zwei Bereichen findet keine Verbrennung des Gemisches statt. Da die Schwungmasse des Glasmotors aber sehr groß ist, dreht der Motor trotzdem weiter durch die große Trägheit, weshalb kein Drehmoment- oder Leistungsverlust zu erkennen ist. Ebenfalls ist kein Einbruch der Drehzahl in diesen Bereichen zu erkennen.

Der spezifische Kraftstoffverbrauch ist zu Beginn des Abschnittes unendlich groß, da Kraftstoff eingespritzt wird, aber Leistung erst verzögert auftritt.

Da Leistung in diesem Abschnitt nur unregelmäßig auftritt, hat auch b_e einen unregelmäßigen Verlauf.

Die Abgastemperatur steigt durch die heißen Verbrennungsgase kontinuierlich an.

Die Lambdasonde wird erst ab einer Temperatur $> 170^\circ\text{C}$ aktiv.

Die Drehzahl befindet sich auf Startniveau, ca. 800 U/min.

Abschnitt 4 (56 – 99 Sek.):

Abschnitt 4 beschreibt den Warmlauf des Glasmotors.

Der Motor läuft jetzt ohne Aussetzer, somit zeigt der Mitteldruck einen gleichmäßigen Verlauf, somit auch das Drehmoment und die Leistung.

Da Leistung und Einspritzmenge konstant sind, ist auch der spezifische Kraftstoffverbrauch konstant.

Die Abgastemperatur steigt durch die heißen Verbrennungsgase weiter an, wird aber nicht wesentlich größer werden.

Trotzdem ist die Temperatur für die Lambdasonde noch zu gering. Sie zeigt weiterhin einen Offset-Wert.

Die Drehzahl befindet sich auf Warmlaufniveau, ca. 900 U/min.

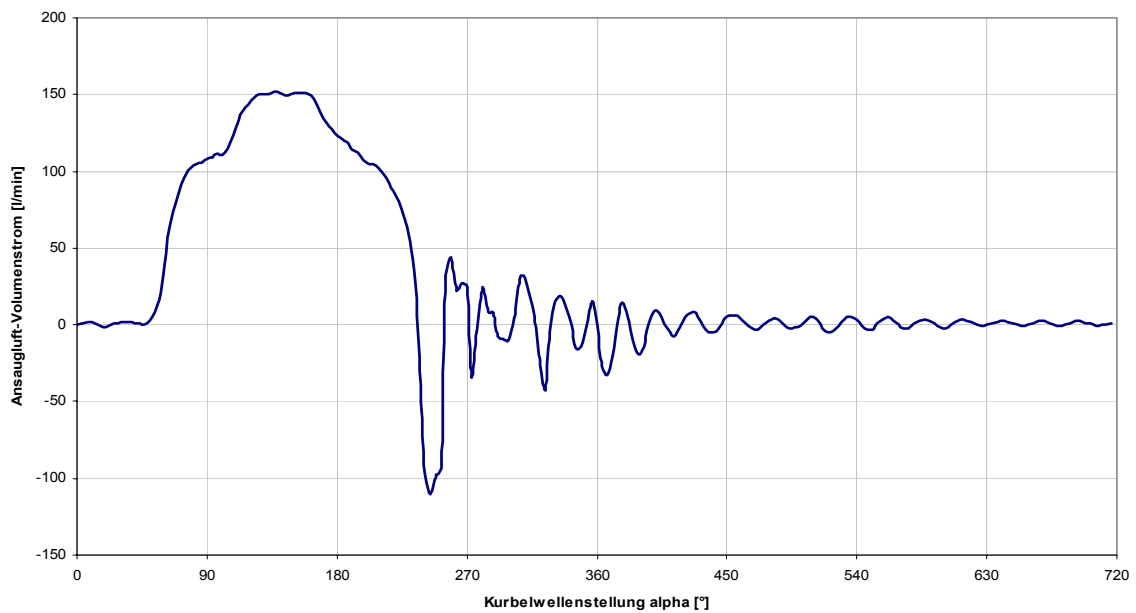
Luftmengenstrom Abschnitt 3 und 4 :

Der Luftmengenstrom in Abschnitt 3 und 4 zeigt einen sehr unregelmäßigen Verlauf.

Einer möglichen Erklärung für diesen Umstand zeigt die folgende Grafik.

Untersuchungen mit dem TeLC-Glaszylinder-Motor

© Bastian Minnig (Diplomarbeit an der FH Konstanz im Sommersemester 2002)



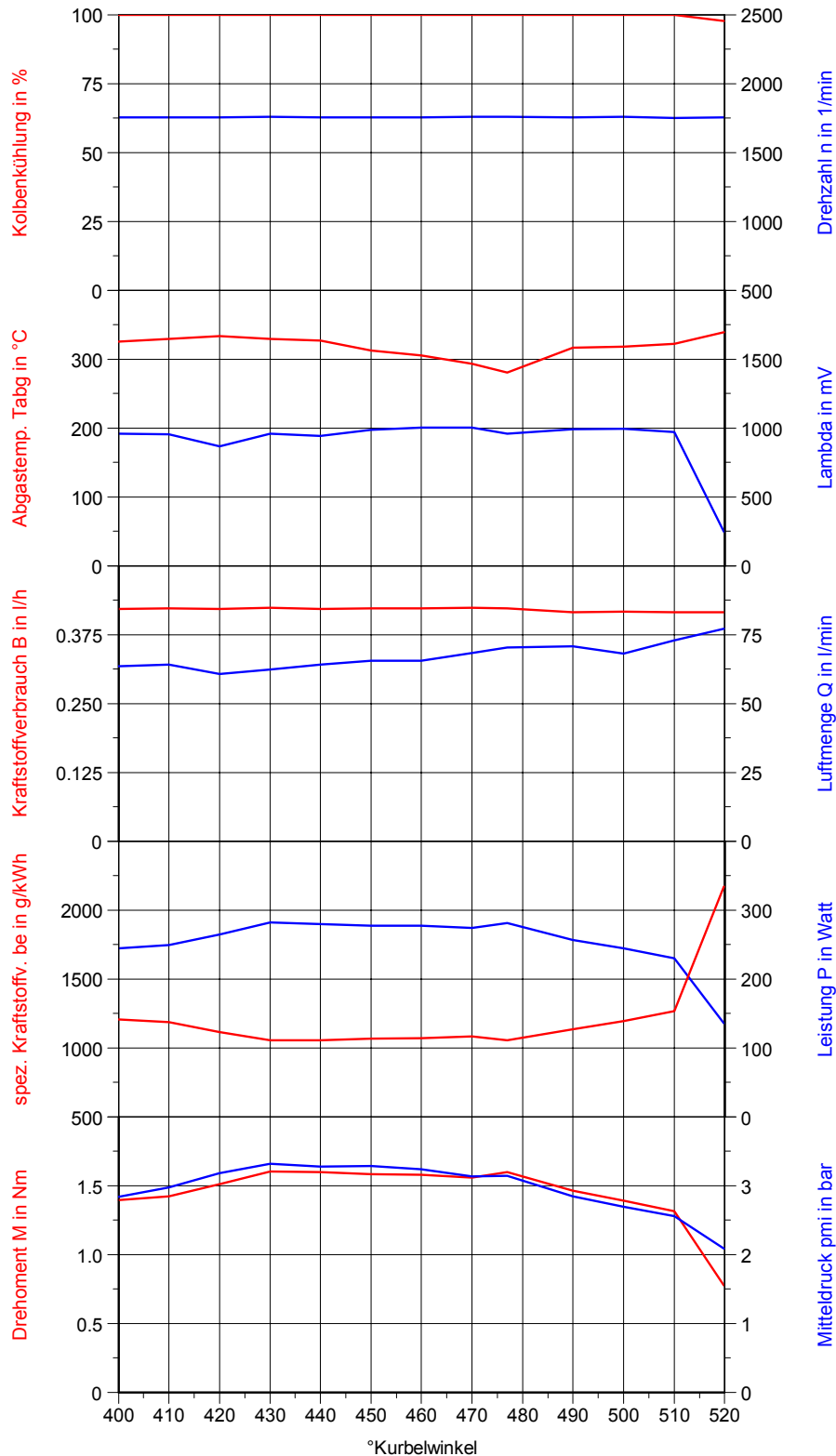
Sie zeigt den Ansaugluft-Volumenstrom, aufgetragen über dem Kurbelwinkel, hier ein Arbeitsspiel. Dabei ist zu sehen, dass im Bereich 45° bis ca. 230° Kurbelwinkel Luft angesaugt wird, danach aber noch Schwingungen im Ansaugrohr auftreten, die im weiteren Verlauf des Arbeitsspiels abklingen. Mit diesem Charakteristikum ist auch der Verlauf des Luftmengenstroms des Kaltstarts bzw. Warmlaufs zu erklären. Es treten Druckschwingungen im Ansaugrohr auf.

Da die Analogwerte zwanzig mal pro Umdrehung gemessen werden, in der MegatechSoftware dann aber gemittelt wiedergegeben werden, kann keine Aussage darüber getroffen werden, welchen Schwingungsabschnitt ein solcher Software-Messpunkt wiedergibt. Somit kann auch keine Aussage darüber getroffen werden, inwieweit der von der Software gemittelte Wert mit dem eigentlichen Mittelwert übereinstimmt.

Untersuchungen mit dem TeLC-Glaszylinder-Motor

© Bastian Minnig (Diplomarbeit an der FH Konstanz im Sommersemester 2002)

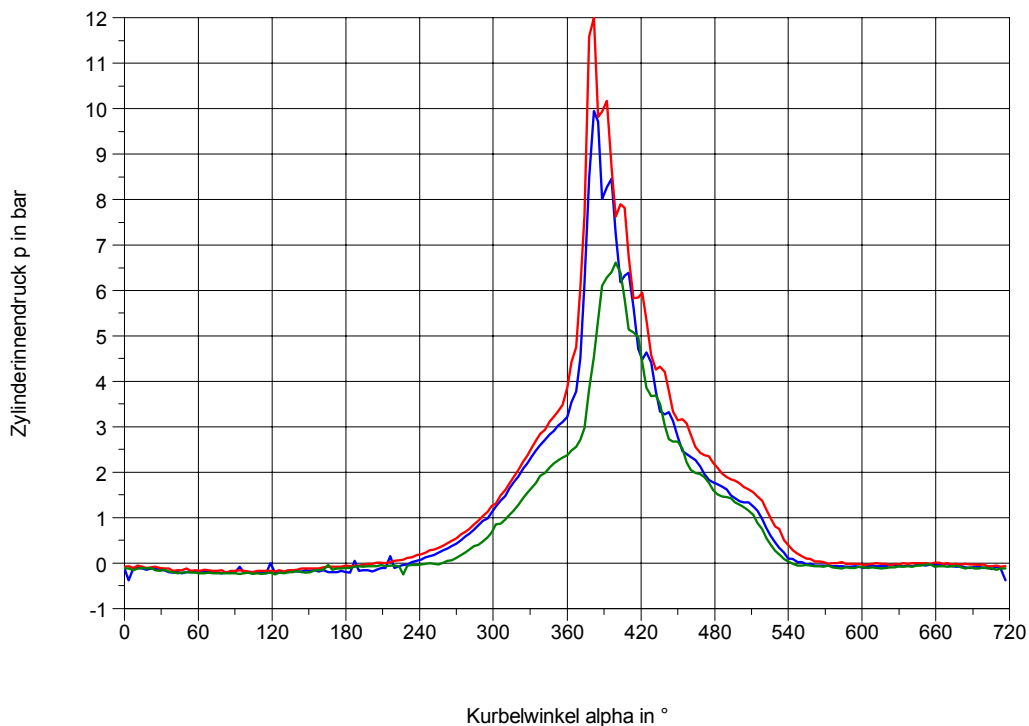
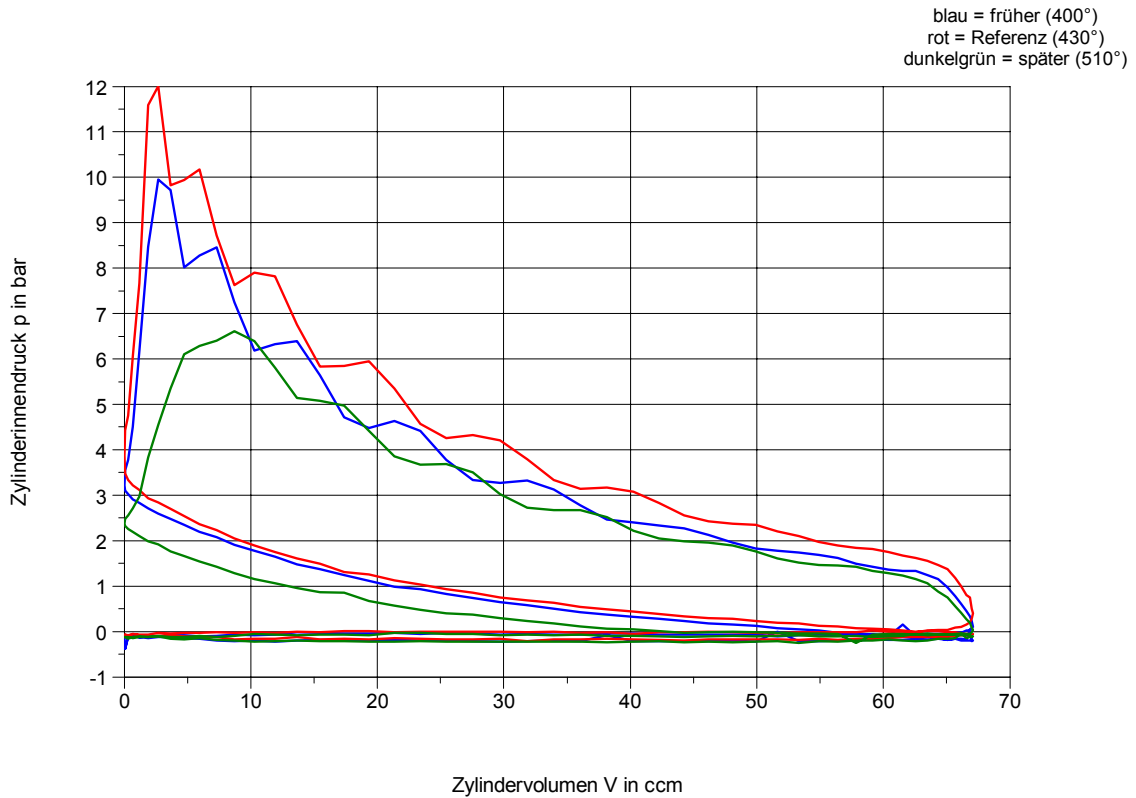
2 Einfluss des Zeitpunktes „Einlass schließt“ auf die Betriebswerte



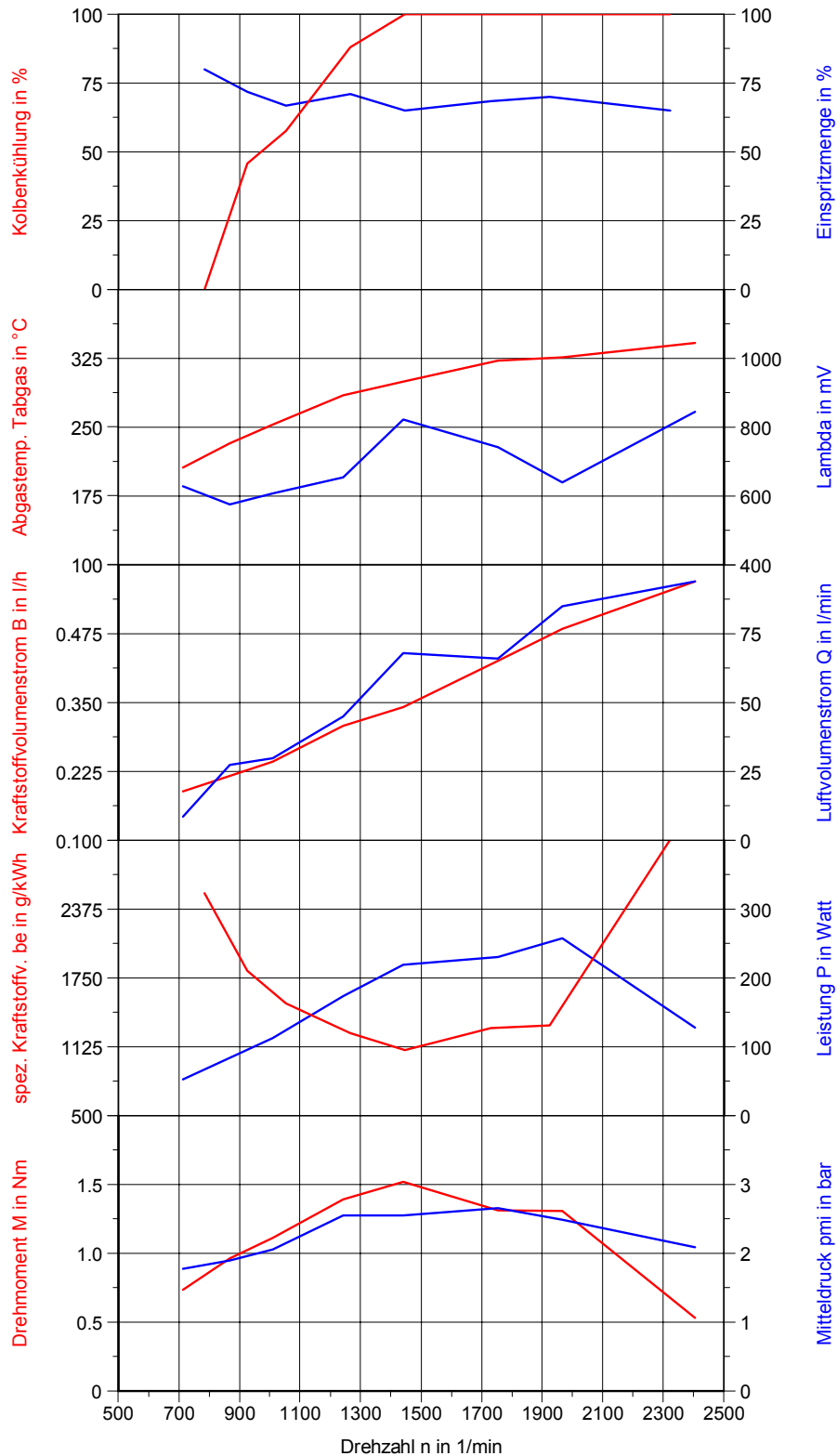
Untersuchungen mit dem TeLC-Glaszylinder-Motor

© Bastian Minnig (Diplomarbeit an der FH Konstanz im Sommersemester 2002)

3 Einfluss des Zeitpunktes „Einlass schließt“ auf den Zylinderdruck



4 Vollastkurve unter der Randbedingung $\lambda \approx 1$



Untersuchungen mit dem TeLC-Glaszylinder-Motor

© Bastian Minnig (Diplomarbeit an der FH Konstanz im Sommersemester 2002)

5 Variation der Einspritzmenge unter Vollast bei 1500/min

