



Fakultät Fahrzeugtechnik

Elektronische Fahrzeugsysteme

Laborbericht zum Versuch Nr. 2



Datum: 10. Mai 2019

Betreuer: Dipl.-Ing. Rolf Quednau



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis	2
1. Einleitung	3
2. Klopfsensor und die Klopfende Verbrennung	3
3. Klopfsensor mit Shaker.....	4
3.1. Messwerte, Berechnung und Darstellung.....	4
3.2. Interpretation.....	5
4. Analyse der Signalverarbeitungsstufen.....	6

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Amplitudenverhältnis	5
Abbildung 2 : Ausgang 1, Signal 1.....	6
Abbildung 3 : Ausgang 1, Signal 2.....	6
Abbildung 4 : Ausgang 3, Signal 1.....	7
Abbildung 5 : Ausgang 3, Signal 2.....	7
Abbildung 6 : Ausgang 5, Signal 1.....	8
Abbildung 7 : Ausgang 5, Signal 2.....	8
Abbildung 8 : Ausgang 6, Signal 1.....	9
Abbildung 9 : Ausgang 6, Signal 2.....	9
Abbildung 10 : Ausgang 7, Signal 1.....	10
Abbildung 11 : Ausgang 7, Signal 2.....	10
Abbildung 12 : Ausgang 8, Signal 1.....	11
Abbildung 13 : Ausgang 8, Signal 2.....	11

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einstell- und Messwerte	4
--	---



1. Einleitung

Im ersten Versuch des EFS-Labor 2 wurde ein Klopfsensor für einen Verbrennungsmotor untersucht. Dabei wurde mit einer vorgegebenen Spannung und verschiedenen Frequenzen die Ausgangsspannung des Klopfensors gemessen. Anschließend wurde die Verstärkung berechnet und grafisch dargestellt.

Im zweiten Versuch des EFS-Labor 2 wurde ein unbekannter Klopfsensor untersucht. Dazu wurde dieser Kalibriert um die Schritte während der Signalverarbeitung zu ermitteln. Erwartungsgemäß sollte sich der Sensor ähnlich wie der Referenzsensor verhalten um eine Interpretation durchführen zu kommen. Im Weiteren Verlaufen sind die Oszilloskop-Bilder der einzelnen Verarbeitungsstufen.

2. Klopfsensor und die Klopfende Verbrennung

Eine Klopfende Verbrennung entsteht, wenn das eingespritzte Luft-Kraftstoffverhältnis infolge des Druck- und Temperaturanstiegs unkontrolliert entzündet. Durch so einen Klopfsensor lässt sich in den modernen Ottomotoren das Klopfen bestimmen und regeln. Geregelt wird die Verbrennung dann, indem der Zündzeitpunkt nach vorne gelegt wird und somit eine Klopfende Verbrennung entsteht, darauffolgend wird dann der Zündzeitpunkt wieder nach hinten verlegt um das Klopfen zu vermeiden.

Diese Methode wird gewählt um den Verbrennungsmotor nah an eine Klopfende Verbrennung zu bringen, da dadurch eine bessere Verbrennung erzeugt wird, dies bedeutet optimaler Druck und optimale Drehmomente.

Der physikalische Effekt nach dem der Klopfsensor arbeitet ist der Piezoelektrische Effekt. Eine seismische Masse im Sensor wird zu Schwingungen bzw. Vibrationen durch den Motor angeregt, auf Grund der unterschiedlichen Schwingungen der Masse, wirkt sich das durch einen unterschiedlichen Druck auf die Piezokeramik des Sensors aus.

Durch den Druckunterschied wird die Piezokeramik verformt und eine Spannung wird erzeugt die dann gemessen werden kann. Das Spannungssignal entspricht dem Druckverlauf im Brennraum. Nach der Aufbereitung des Signals durch Verstärker und Bandpassfilter wird das Signal digitalisiert und somit für das Motorsteuergerät lesbar. Dann kann die klopfende Verbrennung geregelt werden und der Zündzeitpunkt optimal eingestellt werden.



3. Klopfsensor mit Shaker

3.1. Messwerte, Berechnung und Darstellung

Die Verstärkung E_{Klopf} wird logarithmisch als Verstärkungsmaß oder als Verstärkungsgrad in Dezibel (dB) ausgedrückt. Dabei gilt folgende Formel:

$$E_{Klopf} = 20 \cdot \log \frac{U_2}{U_1} \cdot dB$$

Dabei gilt für U_1 = Eingangsspannung als Bezugswert und U_2 = Ausgangsspannung.

Dadurch gilt für den ersten Messwert:

$$E_{Klopf} = 20 \cdot \log \frac{780}{200} \cdot dB$$

$$E_{Klopf} = 10,53 dB$$

Die Berechnung wird mit den restlichen Messwerten durchgeführt und in die folgende Tabelle eingetragen.

Tabelle 1: Einstell- und Messwerte

Messwert	Frequenz in kHz	Uss (Sensor) in mV	Uss (Klopf) in mV	db
1	5	200	780	10,53
2	5,5	200	720	10,73
3	6	200	760	11,03
4	6,5	200	760	10,93
5	7	200	780	11,03
6	7,5	200	820	10,73
7	8	200	720	10,63
8	8,5	200	700	11,13
9	9	200	800	11,03
10	9,5	200	780	11,32
11	10	200	660	9,31
12	10,5	200	700	8,56
13	11	200	680	10,37
14	11,5	200	660	10,58
15	12	200	660	10,21
16	12,5	200	700	10,47
17	13	200	700	10,58
18	13,5	200	700	10,37
19	14	200	720	10,37
20	14,5	200	640	10,24
21	15	200	680	10,16



22	15,5	200	660	10,88
23	16	200	640	10,26
24	16,5	200	640	9,91
25	17	200	640	10,05
26	17,5	200	640	10,47
27	18	200	640	10,68

Mit den Werten aus Tabelle 1 wird das Amplitudenverhältnis in einem Diagramm dargestellt, wo die Verstärkung E_{Klopf} in Abhängigkeit von der Frequenz abgebildet ist.

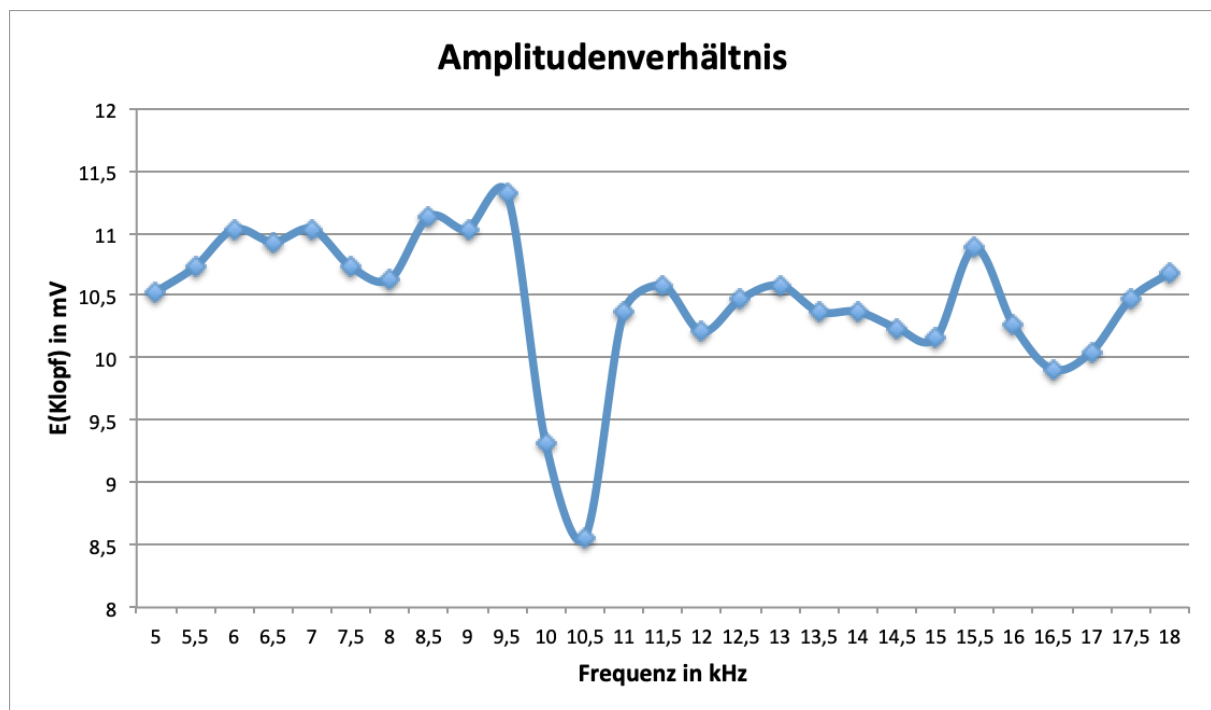


Abbildung 1: Amplitudenverhältnis

3.2. Interpretation

Der Empfindlichkeitsbereich des Klopfensors hat Werte die von 8,56 dB bis 9,5 dB gehen. Die Kennlinie stimmt nicht mit der Kennlinie des Referenzsensors überein. Das bedeutet, dass der Klopfensor empfindlicher gegenüber dem Referenzsensor ist. Aufgrund des Piezoelektrischen Materials, können auch schwächere Klopfsignale aufgenommen werden was bei Beschleunigungssensoren nicht der Fall wäre. Aus diesem Grund wird ein Klopfensor zu Messung der klopfenden Verbrennung verwendet.



4. Analyse der Signalverarbeitungsstufen

Im zweiten Laborteil wird die Auswertung einer Messkette über den Verlauf der Schirmbilder des Oszilloskops durchgeführt. Dabei werden zwei Signale miteinander verglichen, einmal das Signal 1, welches ein „schwach klopfendes“ Signal darstellt und das Signal 2, welches ein „stark klopfendes“ Signal ausgibt. Wir unterscheiden diese durch den hochfrequenten Signalanteil.

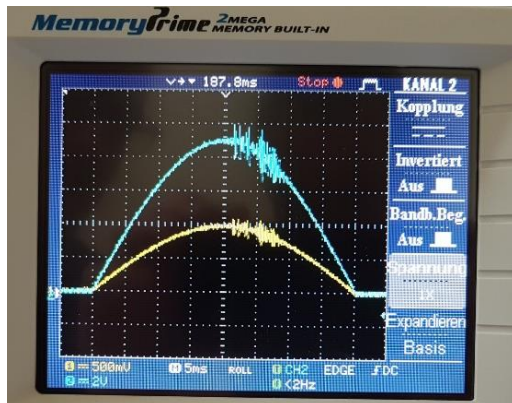


Abbildung 2 : Ausgang 1, Signal 1

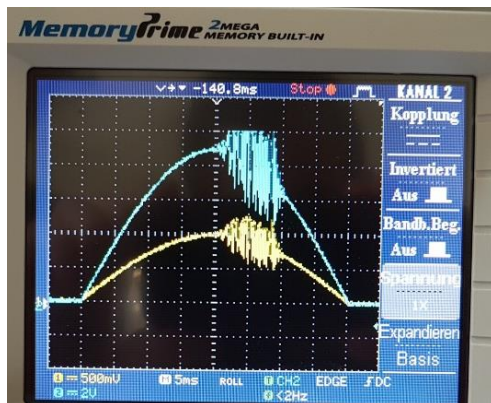


Abbildung 3 : Ausgang 1, Signal 2

In Abbildung 2 und 3 ist zu erkennen, dass die beiden Signale nach der ersten Verarbeitungsstufe den selben Kurvenverlauf vorzeigen mit dem einzigen Unterschied, dass das blaue Signal um den Wert $V = \frac{10V}{1V} = 10$ verstärkt wird.

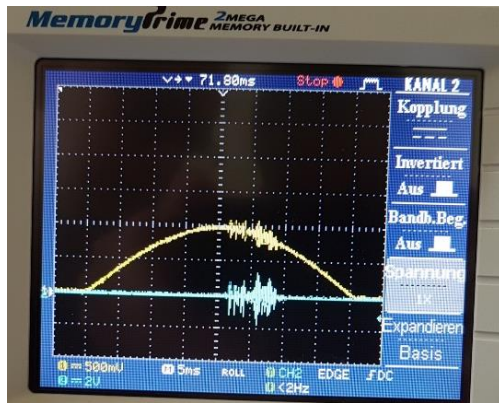


Abbildung 4 : Ausgang 3, Signal 1

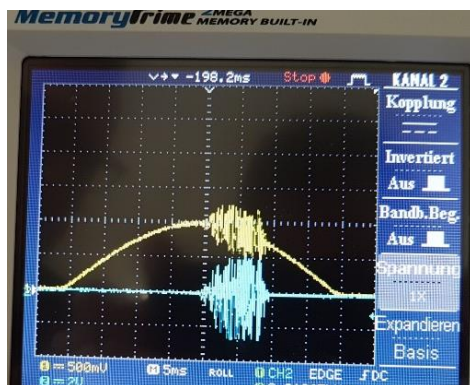


Abbildung 5 : Ausgang 3, Signal 2

Das Signal wurde von einem Bandpassfilter überarbeitet. Der Bandpassfilter besteht aus einem Hochpassfilter und einem Tiefpassfilter. Somit wurden uninteressante Frequenzen herausgefiltert, dadurch ist der Klopfende Anteil deutlich sichtbarer.

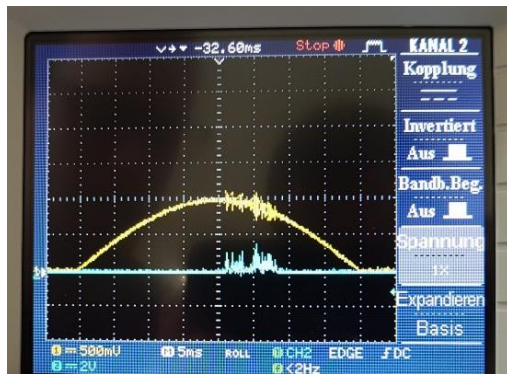


Abbildung 6 : Ausgang 5, Signal 1

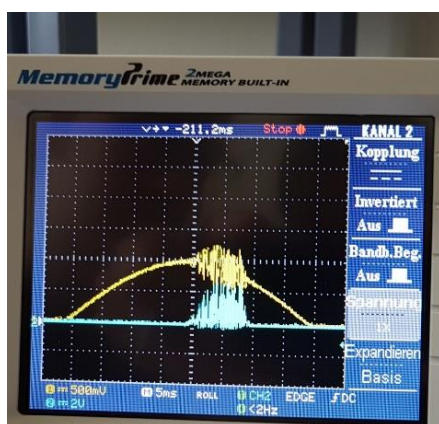


Abbildung 7 : Ausgang 5, Signal 2

Nun wird der negative Teil des Klopfens mittels eines Gleichrichters „entfernt“. Dieser Schritt ist notwendig um die Integration vorzubereiten.

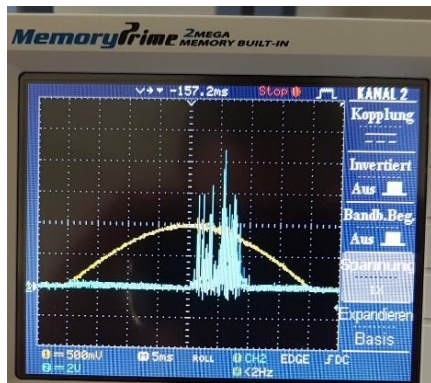


Abbildung 8 : Ausgang 6, Signal 1

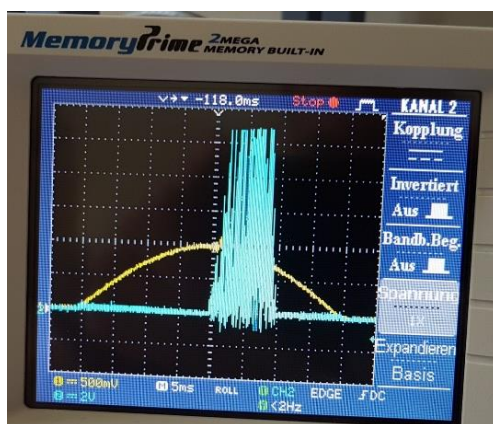


Abbildung 9 : Ausgang 6, Signal 2

Das Signal wird in Ausgang 6 nochmals mit Hilfe eines invertierenden Verstärkers um den Faktor $V = 5$ verstärkt.

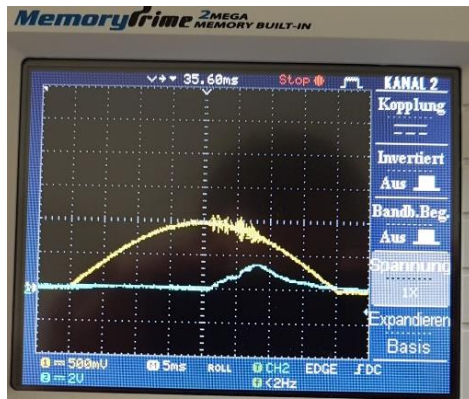


Abbildung 10 : Ausgang 7, Signal 1

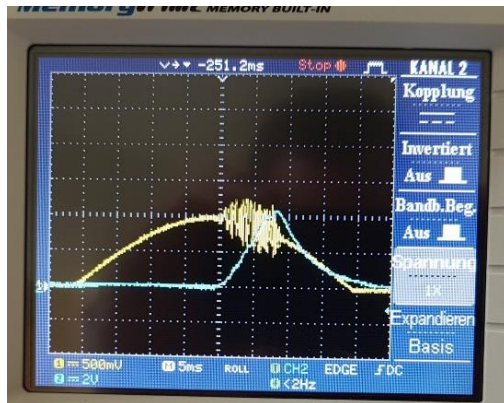


Abbildung 11 : Ausgang 7, Signal 2

Im Ausgang 7 wird das Signal unter Verwendung eines Integrators integriert. Dafür durchläuft das Signal einen Kondensator. Beim Anfangssignal ladet dieser sich auf und entlädt sich nach Beendigung des Signals. Die Fläche kann dann integriert werden.

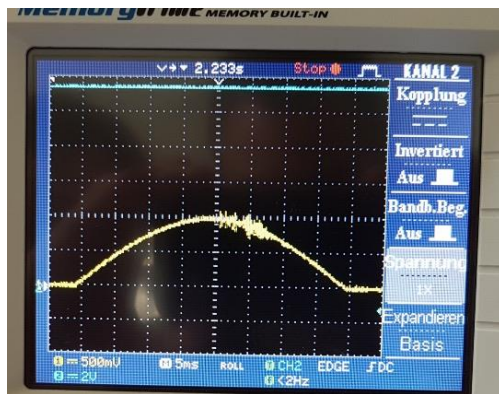


Abbildung 12 : Ausgang 8, Signal 1

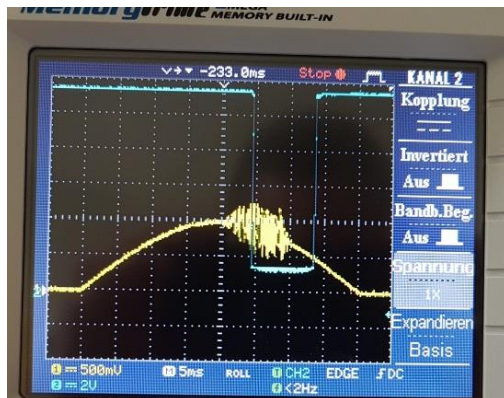


Abbildung 13 : Ausgang 8, Signal 2

Zu allererst wurde die eingestellte Vergleichsspannung U_{ref} mit dem Multimeter am nichtinvertierenden Eingang des OPV's gemessen die den Wert $U_{ref} = 2,16 \text{ V}$ beträgt.

Das Signal wird in Ausgang 8 mit Hilfe eines invertierenden Komparators in ein, für das Steuergerät verwertbares, Rechtecksignal umgewandelt. Beim Klopfen schaltet der Komparator auf das negative Maximale Spannungssignal. Bei Signal 1 ist kein Signal bemerkbar. Das hat den Grund, dass das Klopfen die Referenzspannung des Komparators nicht überschreitet.