

**FH Aachen**

**Fachbereich Maschinenbau und Mechatronik**

Studiengang Mechatronik

Fach Microtechnik

**Thema:**

**Entwicklung eines Labormusters, eines innovativen  
Bremslichts für Fahrräder.**

In Zusammenarbeit mit:

- Ricardo Aviles
- Zhen Yan Khaw

FH Aachen.....	1
Fachbereich Maschinenbau und Mechatronik.....	1
Aufgabe.....	3
Hardware und Software.....	4
Hardware.....	4
Software.....	4
Vorgehen.....	6
Erste Schritt: das Lesen und Darstellung von Daten..	6
Zweiter Schritt: Filterung der Erdbeschleunigung.....	8
Dritte Schritt: Berücksichtigung des Fahrens in einem beliebigen Winkel.....	10
Endschritt: Leucht Implementierung.....	11

## Aufgabe

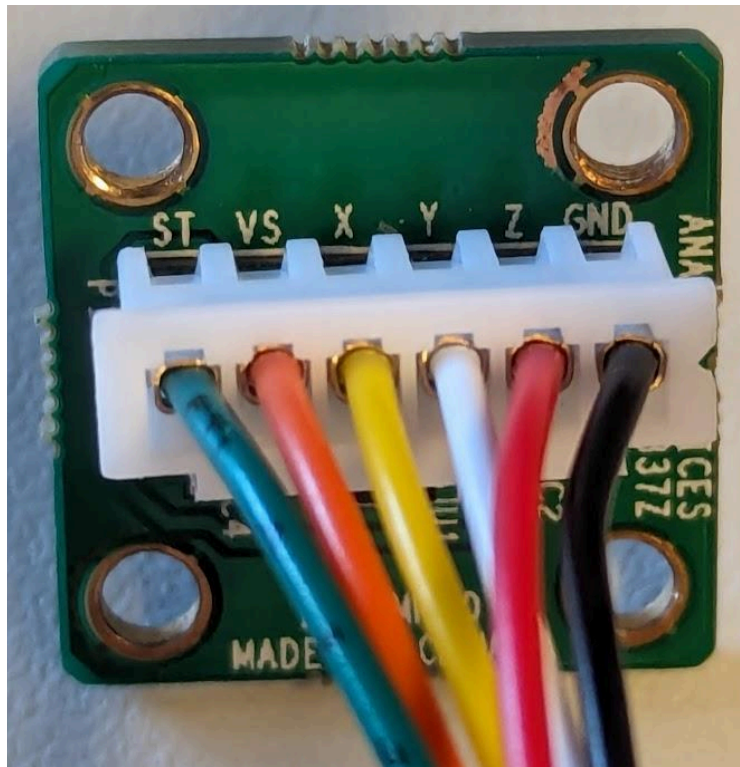
Entwicklung eines Bremslicht für Fahrräder, das unabhängig von der Fahrradbremse funktioniert und auf einem preiswerten mikrotechnischen Beschleunigungssensor basiert.

Für diese Aufgabe sind einige Vorüberlegungen zu berücksichtigen. Typische Situationen zu berücksichtigen beim Bremsen eines Fahrrads sind z.B. das Runter- oder Hochfahren eines geneigten Weges oder beim Kurvenfahrt. Die typischen Beschleunigungen in solchen Situationen variieren i.d.R. zwischen  $2ms^{-2}$  und  $5ms^{-2}$ . Diesem Bereich kann noch in 2 weitere Bereiche unterteilt werden, die Grenzen werden so gewählt: von  $2ms^{-2}$  bis  $3ms^{-2}$  wird als "leicht Bremsen" angenommen und von  $3ms^{-2}$  bis  $5ms^{-2}$  wird als "stark Bremsen" angenommen. Anhand dieser Bereiche kann dem nachfolgenden Fahrer oder Radfahrer mitgeteilt werden, ob der betreffende Radfahrer langsam oder vollständig bremst. Dies kann erreicht werden, indem die LED je nach Bremsbeschleunigung des Fahrers in zwei verschiedene Modi eingeschaltet wird. In Bereich 1 "leicht Bremsen", der LED soll blinken, in Bereich 2 "stark Bremsen" der LED soll ständig leuchten.

## Hardware und Software.

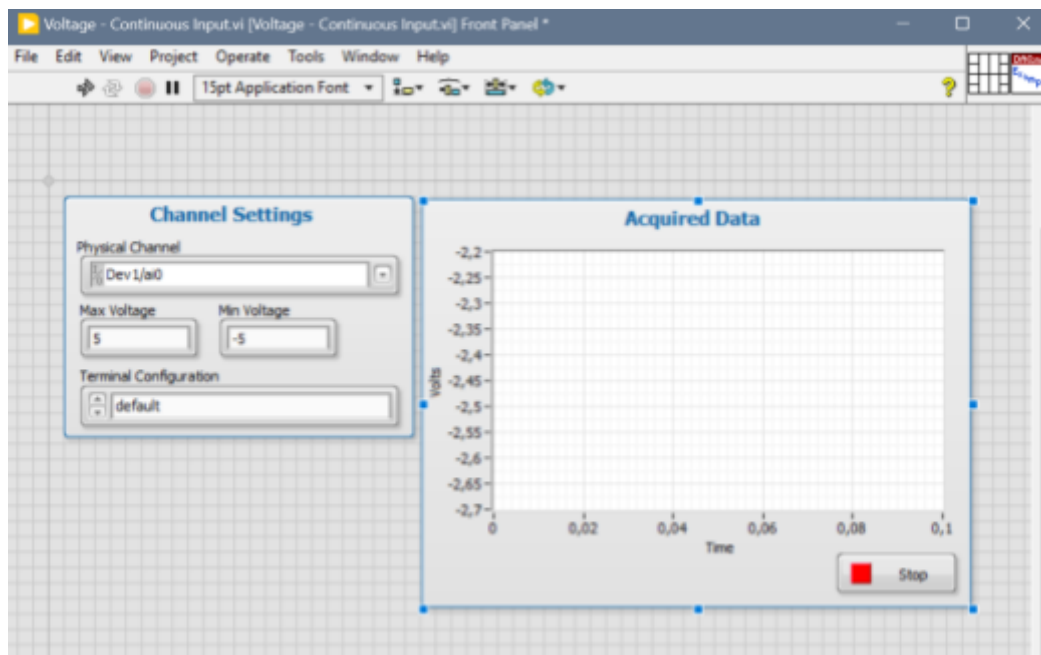
### Hardware

Die Erfassung von Daten erfolgt mittels eines mikro-technischen Beschleunigungssensors, die die Beschleunigungsvektoren in X, Y und Z-Richtungen misst.



### Software

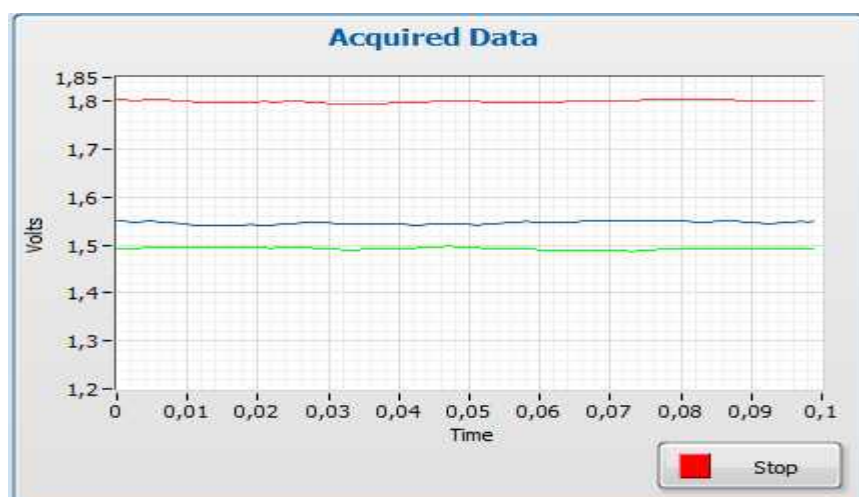
Die für dieses Projekt verwendete Software war Labview, eine grafische Programmierumgebung, um die vom Sensor erhaltenen Daten zu erfassen, speichern und grafisch darzustellen.



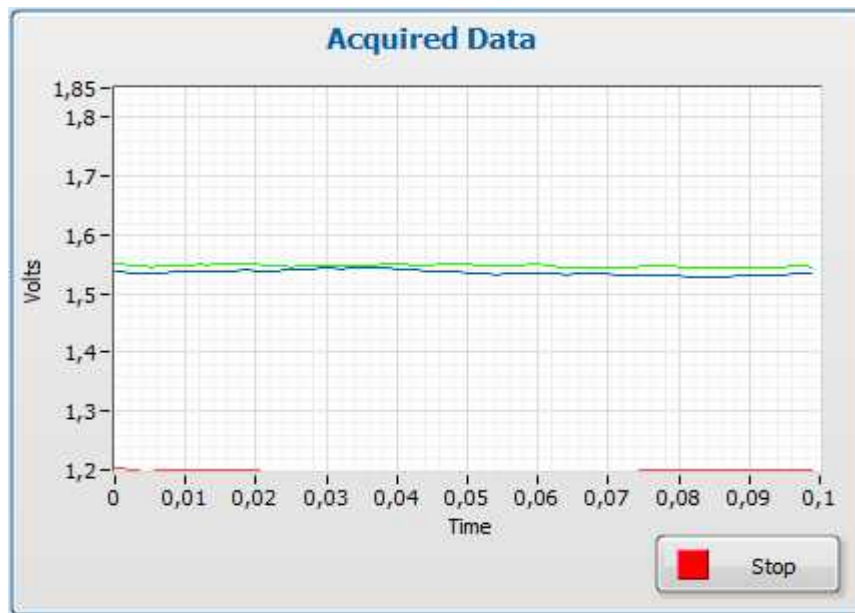
Front Panel



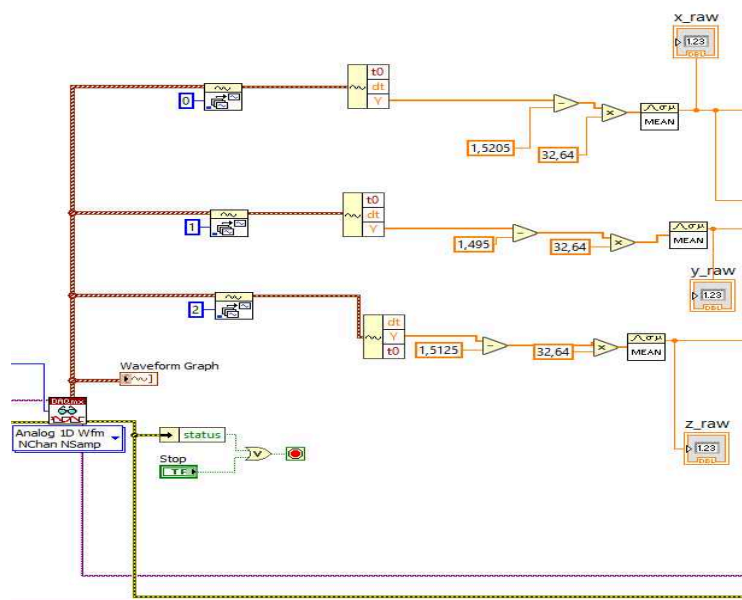
Block Diagram



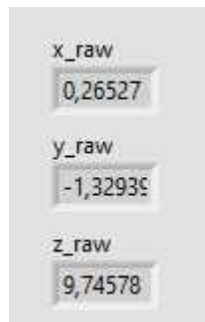
2. Der Sensor wird dann um  $180^\circ$  gedreht (z-Axis nach unten) und dann wieder die Spannung gemessen. Hier sind 1.212V zu lesen.



3. Die gemessene Spannung wird dann von dem Mittelwert dieser zwei Messungen subtrahiert und dann mit einem Umrechnungsfaktor multipliziert.
4. die Umrechnungsfaktor ist wie folgt berechnet: wenn der Chip nach oben zeigt, wird 1G gelesen, und wenn der Sensor nach unten zeigt, wird dann -1G gemessen. werden beiden gemessenen Spannungssignalen subtrahiert erhält man 2G, also:  $1.813 \text{ V} - 1.212 \text{ V} = 1\text{G} - (-1\text{G}) = 2\text{G} \rightarrow 0.6 \text{ V} = 2\text{G} \rightarrow 1\text{V} = 32.7 \text{ ms}^{-1}$ . Das heißt, wenn 1V gemessen wird, entspricht  $32.7 \text{ ms}^{-2}$  in der Realität.



5. Das gleiche wird für die X- und Y-axis gemacht und dann lassen sie sich zeigen, um sie zu überprüfen.



### **Zweiter Schritt: Filterung der Erdbeschleunigung.**

Wie oben zu sehen ist, kann man in `z_raw` den Wert der Beschleunigung aufgrund der Erdbeschleunigung sehen. Abhängig von der Neigung des Sensors bzw. des Fahrrads kann dieser Wert auch in anderen Achsen auftauchen.

Ebenso kann dieser Wert der Erdbeschleunigung den Moment beeinflussen, in dem die LED-Aktivierung Bedingungen auftreten. Aus diesem Grund muss dieser Wert aus allen Achsen gefiltert werden, um einen konstanten Wert von ca. 0, in allen Achsen zu haben, wenn keine Bewegung stattfindet.

Dadurch werden die Messwerte in keiner Weise durch die Schwerkraft beeinflusst.

Diese Filterung wird durchgeführt, indem die Roll und Pitch des Sensors berechnet werden und aus diesen Werten der Prozentsatz der Erdbeschleunigung in jeder der Achsen berechnet wird und dann subtrahiert und dadurch gefiltert wird.



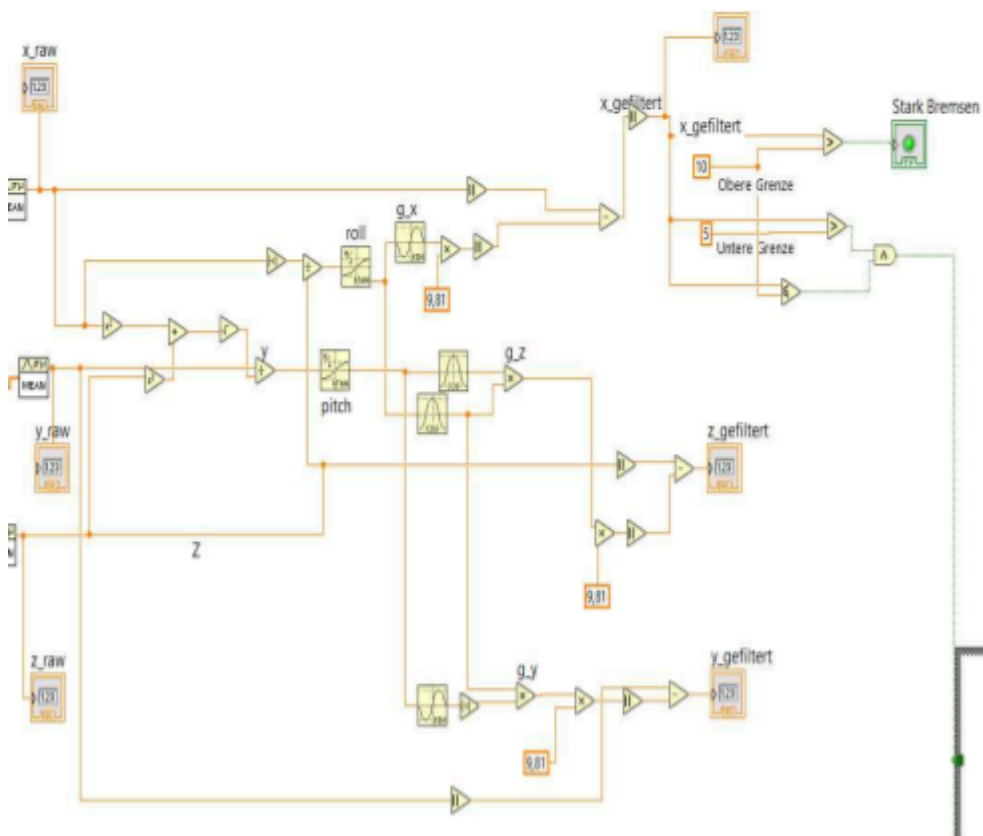
- Pitch:  $\arctan\left(\frac{a_y}{\sqrt{a_x^2 + a_z^2}}\right)$
- Roll:  $\arctan\left(-\frac{a_x}{a_z}\right)$

Die Beschleunigungen aufgrund der Erdbeschleunigung in jeden Achses werden wie folgt berechnet:

- X-Richtung:  $g_x = \sin(\text{roll})$
- Y-Richtung:  $g_y = -\sin(\text{pitch})\cos(\text{roll})$
- Z-Richtung:  $g_z = \cos(\text{pitch})\cos(\text{roll})$

Schließlich werden diese Beschleunigungen von den gemessenen Beschleunigungen ihrer jeweiligen Komponenten abgezogen.

$$a_{i,\text{gefiltert}} = a_i - g_i * 9.81 \text{ ms}^{-2}$$



Filterung Erdbeschleunigung

X gefiltert	0,00498
y_gefiltert	0,00343
z_gefiltert	0,06288

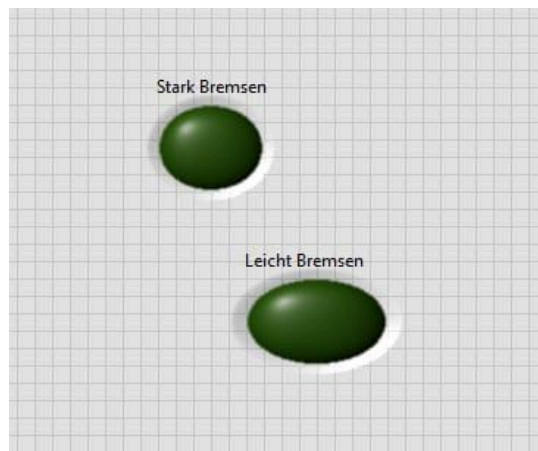
### **Dritte Schritt: Berücksichtigung des Fahrens in einem beliebigen Winkel.**

Theoretisch könnte sich das Fahrrad in jeder Ebene und in jedem Winkel bewegen, aber in der Realität würde es sich nur in einem sehr begrenzten Winkelbereich bewegen, es kann sich auf jeden Fall auf mehreren Ebenen bewegen. Das Fahrrad kann sich um seine Z-Achse drehen, auf der YZ-Ebene bergauf und bergab fahren und auf der XZ-Ebene Kurven fahren.

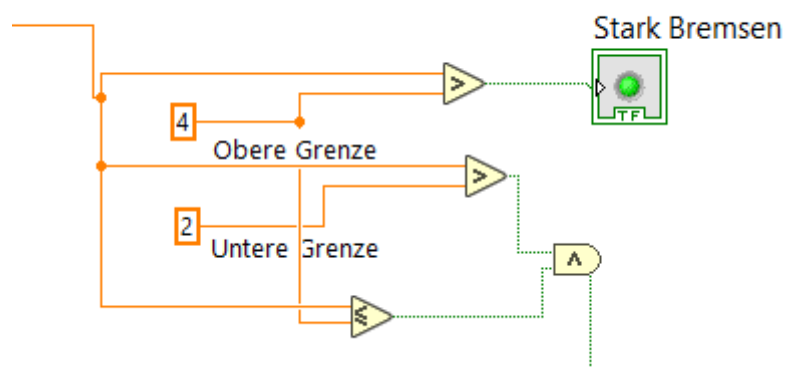
und sogar in einigen ganz besonderen Fällen in einer Helix, die durch alle Ebenen geht. In diesen Situationen muss die Beschleunigung in mehreren Achsen gleichzeitig berücksichtigt werden. Dafür werden die schon berechneten Werte Pitch und Roll verwendet.

Für uns aber interessant ist die Beschleunigung in X-Richtung, da diese der Bremsbeschleunigung entspricht.

## Endschritt: Leucht Implementierung

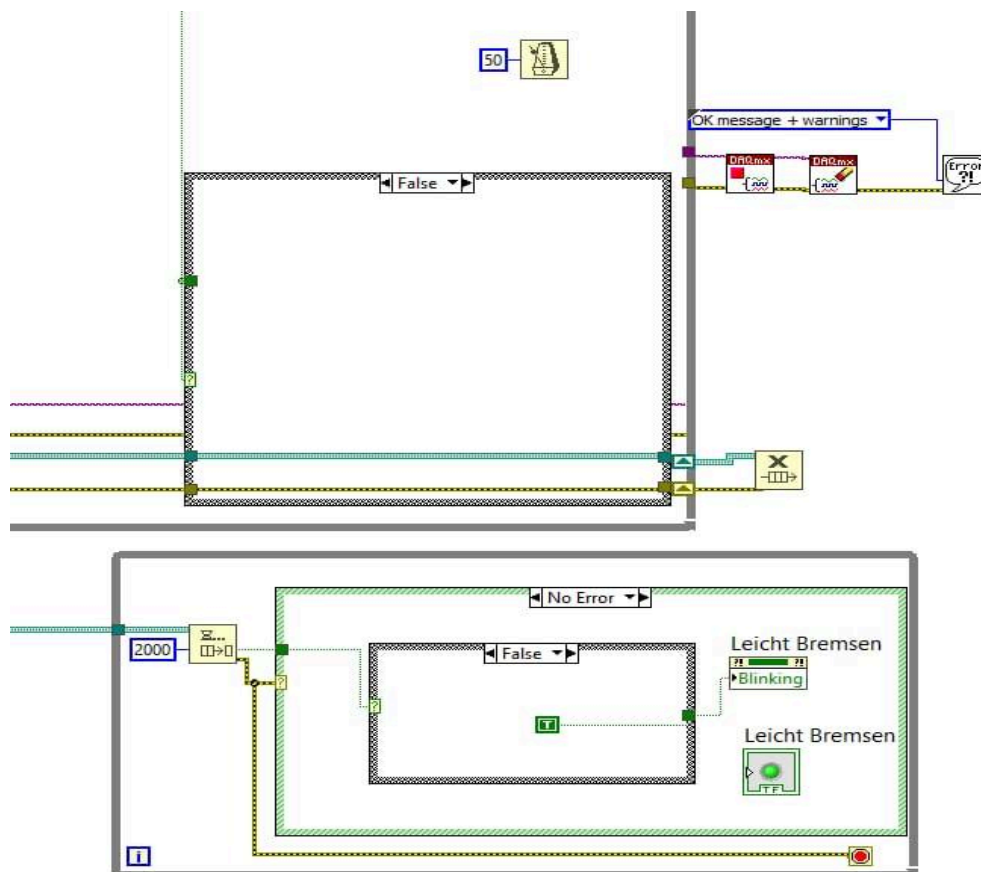


Wir haben 2 Leuchtdioden für unsere Fahrradlampe gebaut. In dieser Abbildung zeigt die Funktion der Leuchtdioden. Wenn der Fahrer stark bremst, dann leuchtet die obere Leuchtdiode. Wenn der Fahrer leicht bremst, dann leuchtet die untere Leuchtdiode. Wenn das Fahrrad normal fährt oder nicht bewegt, dann werden die 2 LEDs nicht leuchten.



In dieser Abbildung sehen wir schon die Bedingung zum Leuchten von ersten LED. Wir haben die Beschleunigung von mehr als  $4 \text{ ms}^{-2}$  Stark Bremsen betrachtet. Wenn das Fahrrad stark bremst, dann wird die erste

LED dauerhaft leuchten. In dieser Abbildung sehen wir auch die Bedingung zum Leuchten von der zweiten LED. Wir haben die Beschleunigung zwischen 2 bis 4  $\text{ms}^{-2}$  leicht Bremsen betrachtet. Wenn das Fahrrad leicht bremst, dann wird die Leuchtdiode blinken.



Damit wir die zweite LED blinken, haben wir einen zweiten While-Loop gebaut, wie die Abbildung oben zeigt. Das Programm wird je 50ms die Daten mit der Funktion "Obtain Queue" lesen. Falls der Fahrer leicht bremst, dann springt das Programm zu dem zweiten While-Loop und blinkt unsere zweite LED für 2 Sekunden. Nach 2 Sekunden schließt die zweite LED. Wenn die Bedingung von leichtem Bremsen nicht erfüllt wird, dann läuft unser Programm immer an der ersten Schleife.