

Teil 2

Lektion

15

**GY-521
Module**

Übersicht

In dieser Lektion lernen Sie, wie man ein GY-521 Modul, eines der besten Trägheitsmessgeräte, das für Arduino verfügbar ist, benutzt. IMU (Trägheits-)Sensoren wie der GY-521 werden in selbstbalancierenden Robotern, Drohnen, Smartphones und vielen weiteren Geräten benutzt.

Benötigte Bauteile:

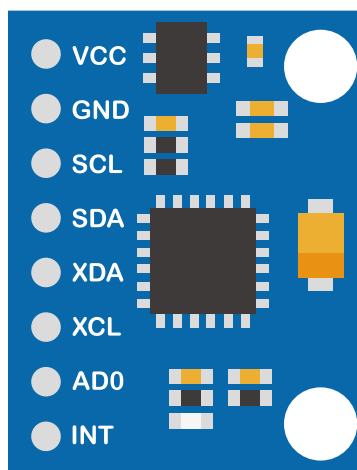
- (1) x Elegoo Uno R3
- (1) x GY-521 Modul
- (4) x W-M Kabel



Einführung in die Komponenten

GY-521 Sensor

- **Der** InvenSense GY-521 Sensor beinhaltet einen MEMS Beschleunigungssensor und ein MEMS Gyroskop in einem einzigen Chip. Der Sensor ist sehr genau, da er eine 16-bit analog zu digital Umwandlung je Kanal durchführt. Daher kann er die X-, Y und Z-Werte zeitgleich messen und ausgeben. Der Sensor benutzt eine I2C- Schnittstelle für die Verbindung zum Arduino. Der GY-521 ist nicht teuer, gerade wenn man bedenkt, dass er einen Beschleunigungssensor und ein Gyroskop enthält.
- **IMU-Sensoren** sind eine Sensorart, die für uns heutzutage unverzichtbar ist, da sie in jeglichen elektronischen Geräten verbaut werden.
- **Sie** werden in Smartphones benutzt, Wearables, Spielecontrollern und vielen weiteren Geräten. IMU Sensoren ermöglichen es uns, an einem Objekt befestigt, die Ausrichtung des Objektes im 3- dimensionalen Raum zu bestimmen. Diese Werte werden normalerweise in Winkeln gemessen, sodass wir die Ausrichtung und Haltung berechnen können. Daher werden sie zum Beispiel in Smartphones eingesetzt, um die Ausrichtung festzustellen und wenn nötig das Display mitzudrehen. Auch in Wearables, wie dem Nike Fuel Band oder dem Fitbit-Armband werden IMU-Sensoren zum Erkennen von Bewegungen benutzt.

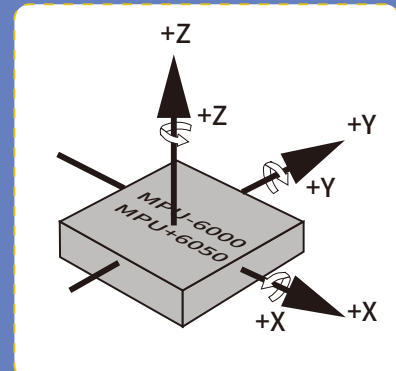
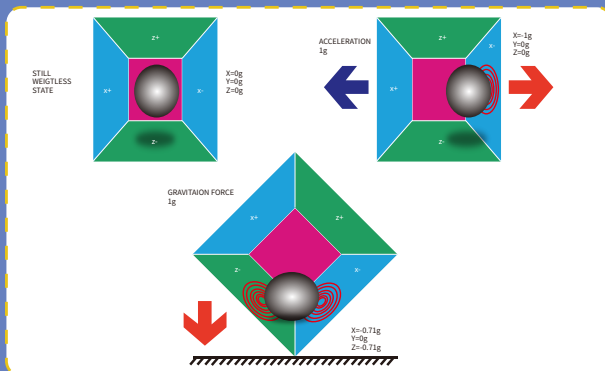


Wie funktioniert es?

- **IMU-Sensoren** bestehen normalerweise aus zwei oder mehr Teilen. Nach Priorität geordnet sind diese: der Beschleunigungssensor, das Gyroskop, ein Magnetometer und ein Höhenmesser. Der GY-521 ist ein 6 DOF- (Degrees of Freedom) bzw ein 6- Achsen-IMU-Sensor, was bedeutet, dass der 6 Werte ausgibt. Drei Werte vom Beschleunigungssensor und drei Werte vom Gyroskop. Der Sensor basiert auf MEMS-Technik (Micro Electro Mechanical Systems). Der Beschleunigungssensor und das Gyroskop sind in einem einzelnen Chip eingebettet. Der Chip benutzt das I2C-Protokoll (Inter Integrated Circuit) zur Kommunikation.

Wie funktioniert ein Beschleunigungssensor?

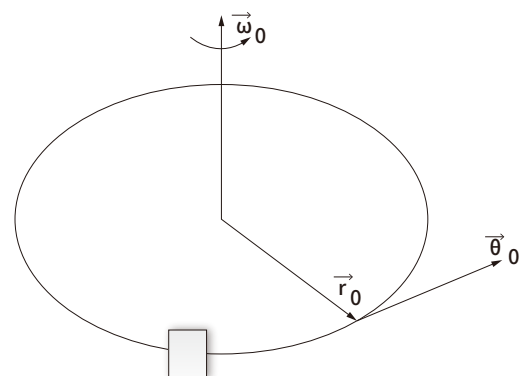
- **Ein** Beschleunigungssensor funktioniert auf dem Prinzip des Piezoelektrischen Effektes. Stellen Sie sich eine würfelförmige Box vor, mit einem kleinen Ball innerhalb, wie im Bild unten. Die Wände der Box bestehen aus piezoelektrischen Kristallen. Immer, wenn Sie die Box neigen, bewegt sich der Ball durch die Schwerkraft in eine Richtung zu einer Wand hin. Die Wand, auf die der Ball stößt, generiert winzige piezoelektrische Ströme. Es gibt insgesamt drei parallele Wändepaare in einem Würfel. Jedes Paar entspricht einer Achse im dreidimensionalen Raum: die X-, die Y- und die Z-Achse. Abhängig von der generierten Stromstärke, können wir die Richtung der Neigung und ihre Größe berechnen. Zur besseren Verständlichkeit schauen Sie sich bitte das Bild an.

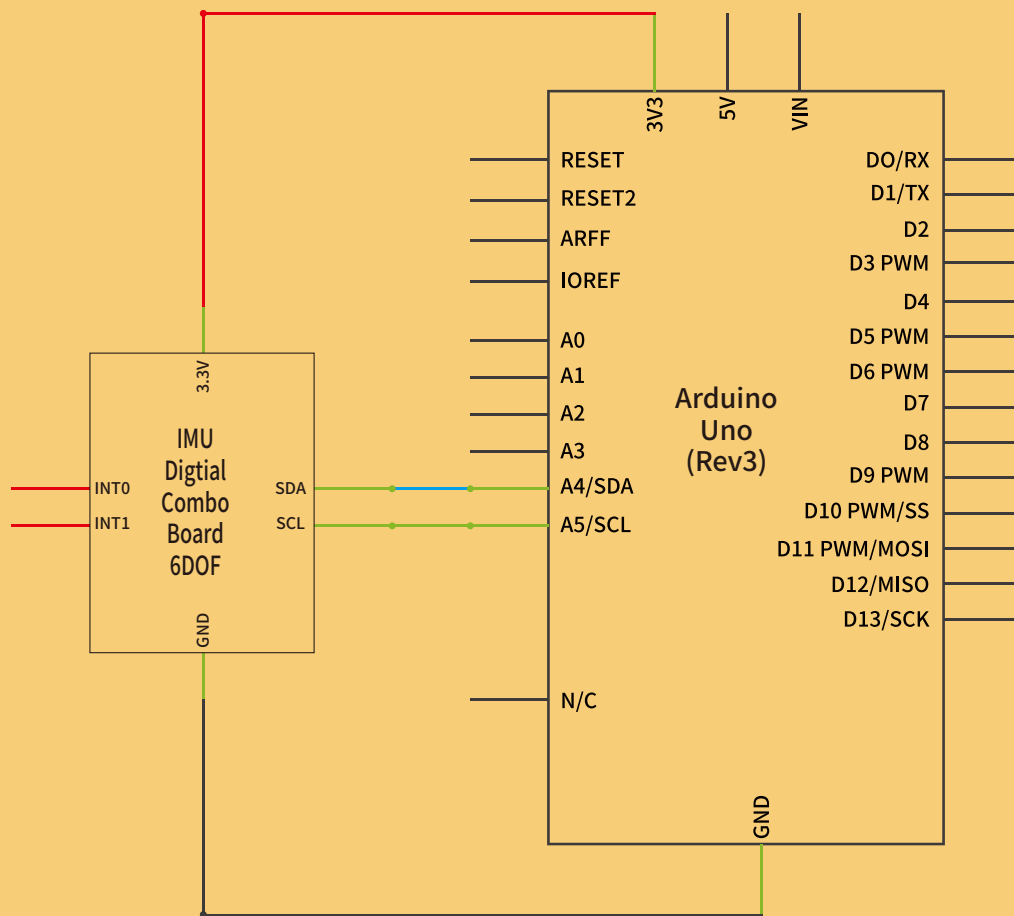


Wie funktioniert ein Gyroskop?

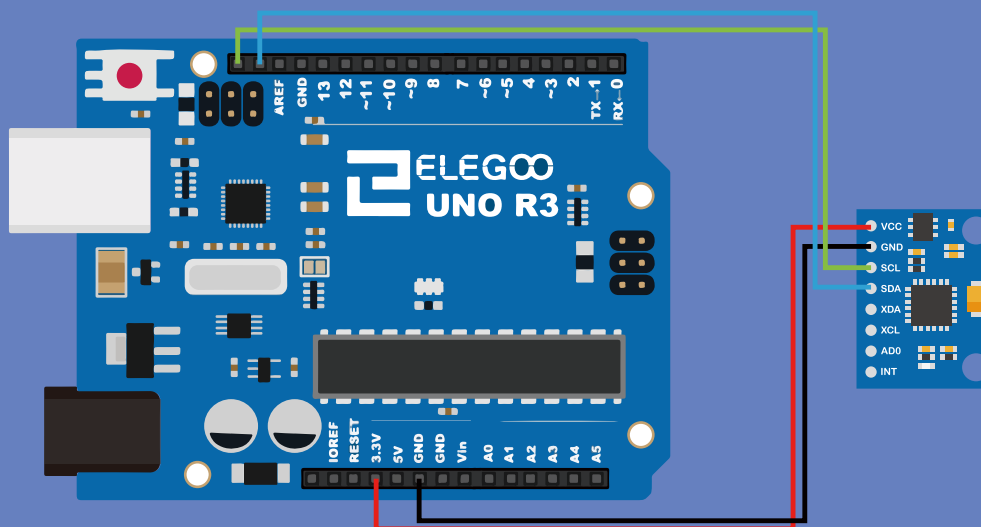
- **Gyroskope** funktionieren auf Grund des Prinzips der Coriolis-Beschleunigung. Stellen Sie sich vor es gibt eine gabelförmige Struktur, die sich konstant hin und her bewegt. Sie wird durch piezoelektrische Kristalle an ihrem Platz gehalten. Wann immer sie versuchen diese Struktur zu neigen, wirkt auf die Kristalle eine Kraft in Richtung der Neigung. Das passiert aufgrund der Trägheit der sich bewegenden Gabel. Die Kristalle produzieren daher einen piezoelektrischen Strom, dessen Stärke dann extern verstärkt wird. Die Werte werden dann durch einen Mikrocontroller wiederaufbereitet und lesbar gemacht.

$$a \text{ (Coriolis)} = -2\mathbf{v} * \boldsymbol{\omega}$$





Verbindungsschema



Dafür müssen wir den Pin SDA des MPUs an den analogen Pin 4 und den Pin SCL des MPUs an den analogen Pin 5 des Arduinos anschließen. Und das war es auch schon. Sie haben den GY-521 erfolgreich verbunden.

Schaltplan

Benötigte Bibliotheken

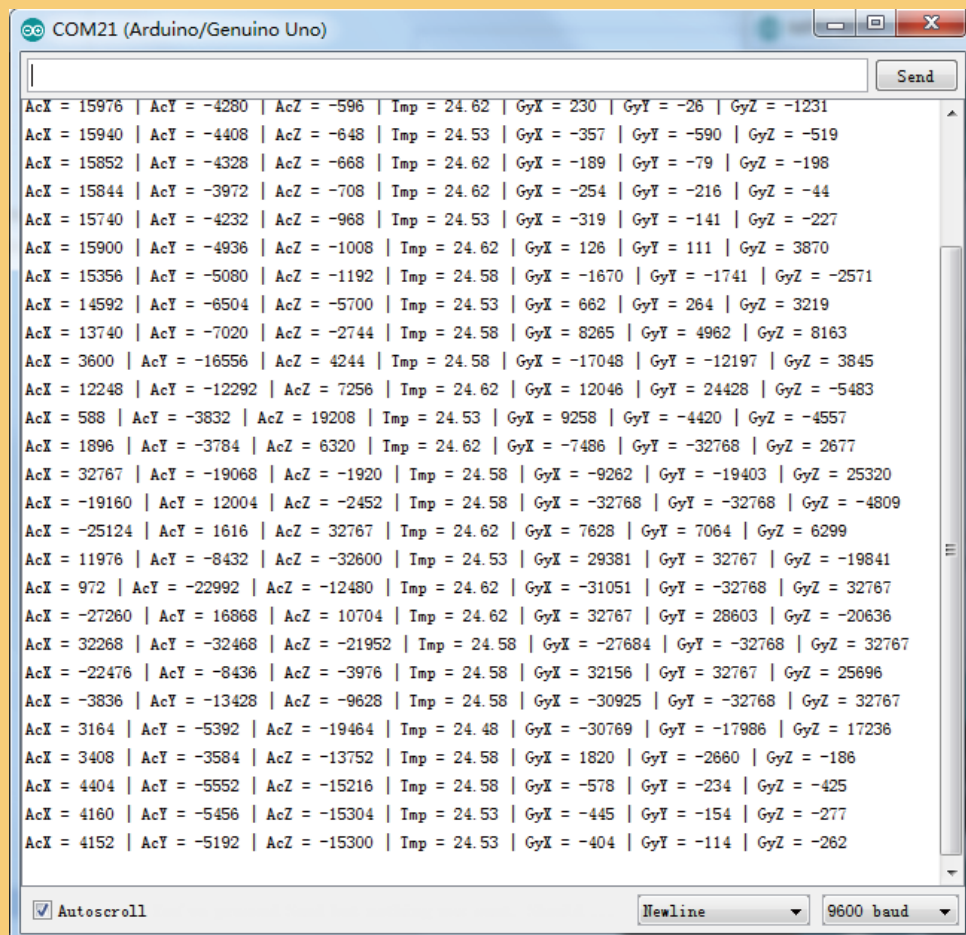
■ MPU-6050

The Code

- Der kurze Beispielsketch ist ein sehr einfacher Sketch und gibt die ganzen Rohwerte aus (Vom Beschleunigungssensor und vom Gyroskop, ebenso die Temperatur). Das sollte mit dem Arduino UNO, Nano, Leonardo und auch dem Due funktionieren.
- Nach dem Verbinden der Komponenten öffnen Sie bitte den Sketch im Code-Ordner unter „MPU6050“ und laden ihn auf Ihr UNO Board hoch. Bei Fragen zum Hochladen eines Sketches schauen Sie sich bitte Lektion 5 in Teil nochmal an.
- Bevor Sie diesen Sketch hochladen können, müssen Sie die „GY-521“-Bibliothek installiert haben. Sonst wird sich Ihr Sketch nicht hochladen lassen.
- Für Hinweise wie man eine Bibliothek einbindet, gehen Sie zurück zu Lektion 5 in Teil 1.

■ Öffnen Sie den Seriellen Monitor:

Klicken Sie auf das Symbol des Seriellen Monitors, um ihn zu öffnen. Die grundlegenden Informationen zum Seriellen Monitor haben Sie in Lektion 4 in Teil 2.



The screenshot shows the 'COM21 (Arduino/Genuino Uno)' serial monitor window. The data is displayed as a continuous stream of text, with each line representing a set of sensor readings. The readings include acceleration (AcX, AcY, AcZ), temperature (Imp), and gyroscope data (GyX, GyY, GyZ). The values are separated by vertical bars. At the bottom of the window, the 'Autoscroll' checkbox is checked, and the baud rate is set to '9600 baud'.

```
COM21 (Arduino/Genuino Uno)
AcX = 15976 | AcY = -4280 | AcZ = -596 | Imp = 24.62 | GyX = 230 | GyY = -26 | GyZ = -1231
AcX = 15940 | AcY = -4408 | AcZ = -648 | Imp = 24.53 | GyX = -357 | GyY = -590 | GyZ = -519
AcX = 15852 | AcY = -4328 | AcZ = -668 | Imp = 24.62 | GyX = -189 | GyY = -79 | GyZ = -198
AcX = 15844 | AcY = -3972 | AcZ = -708 | Imp = 24.62 | GyX = -254 | GyY = -216 | GyZ = -44
AcX = 15740 | AcY = -4232 | AcZ = -968 | Imp = 24.53 | GyX = -319 | GyY = -141 | GyZ = -227
AcX = 15900 | AcY = -4936 | AcZ = -1008 | Imp = 24.62 | GyX = 126 | GyY = 111 | GyZ = 3870
AcX = 15356 | AcY = -5080 | AcZ = -1192 | Imp = 24.58 | GyX = -1670 | GyY = -1741 | GyZ = -2571
AcX = 14592 | AcY = -6504 | AcZ = -5700 | Imp = 24.53 | GyX = 662 | GyY = 264 | GyZ = 3219
AcX = 13740 | AcY = -7020 | AcZ = -2744 | Imp = 24.58 | GyX = 8265 | GyY = 4962 | GyZ = 8163
AcX = 3600 | AcY = -16556 | AcZ = 4244 | Imp = 24.58 | GyX = -17048 | GyY = -12197 | GyZ = 3845
AcX = 12248 | AcY = -12292 | AcZ = 7256 | Imp = 24.62 | GyX = 12046 | GyY = 24428 | GyZ = -5483
AcX = 588 | AcY = -3832 | AcZ = 19208 | Imp = 24.53 | GyX = 9258 | GyY = -4420 | GyZ = -4557
AcX = 1896 | AcY = -3784 | AcZ = 6320 | Imp = 24.62 | GyX = -7486 | GyY = -32768 | GyZ = 2677
AcX = 32767 | AcY = -19068 | AcZ = -1920 | Imp = 24.58 | GyX = -9262 | GyY = -19403 | GyZ = 25320
AcX = -19160 | AcY = 12004 | AcZ = -2452 | Imp = 24.58 | GyX = -32768 | GyY = -32768 | GyZ = -4809
AcX = -25124 | AcY = 1616 | AcZ = 32767 | Imp = 24.62 | GyX = 7628 | GyY = 7064 | GyZ = 6299
AcX = 11976 | AcY = -8432 | AcZ = -32600 | Imp = 24.53 | GyX = 29381 | GyY = 32767 | GyZ = -19841
AcX = 972 | AcY = -22992 | AcZ = -12480 | Imp = 24.62 | GyX = -31051 | GyY = -32768 | GyZ = 32767
AcX = -27260 | AcY = 16868 | AcZ = 10704 | Imp = 24.62 | GyX = 32767 | GyY = 28603 | GyZ = -20636
AcX = 32268 | AcY = -32468 | AcZ = -21952 | Imp = 24.58 | GyX = -27684 | GyY = -32768 | GyZ = 32767
AcX = -22476 | AcY = -8436 | AcZ = -3976 | Imp = 24.58 | GyX = 32156 | GyY = 32767 | GyZ = 25696
AcX = -3836 | AcY = -13428 | AcZ = -9628 | Imp = 24.58 | GyX = -30925 | GyY = -32768 | GyZ = 32767
AcX = 3164 | AcY = -5392 | AcZ = -19464 | Imp = 24.48 | GyX = -30769 | GyY = -17986 | GyZ = 17236
AcX = 3408 | AcY = -3584 | AcZ = -13752 | Imp = 24.58 | GyX = 1820 | GyY = -2660 | GyZ = -186
AcX = 4404 | AcY = -5552 | AcZ = -15216 | Imp = 24.58 | GyX = -578 | GyY = -234 | GyZ = -425
AcX = 4160 | AcY = -5456 | AcZ = -15304 | Imp = 24.53 | GyX = -445 | GyY = -154 | GyZ = -277
AcX = 4152 | AcY = -5192 | AcZ = -15300 | Imp = 24.53 | GyX = -404 | GyY = -114 | GyZ = -262
```