

Bauanleitung SatTec Spectral



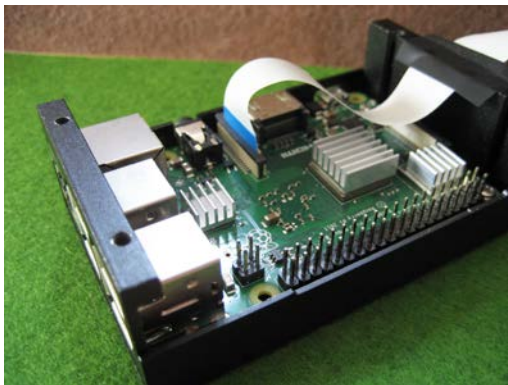
Überblick:

SatTec Spectral ist ein System bestehend aus einem Raspberry Pi 3B+ im Metallgehäuse, einer Raspberry NoIR Kamera und einem Spektrometergehäuse aus Legosteinen. Die Kamera benötigt ein etwas längeres Kabel als das mitgelieferte, ca. 30cm genügen.

Weiter unten finden Sie eine Materialliste.



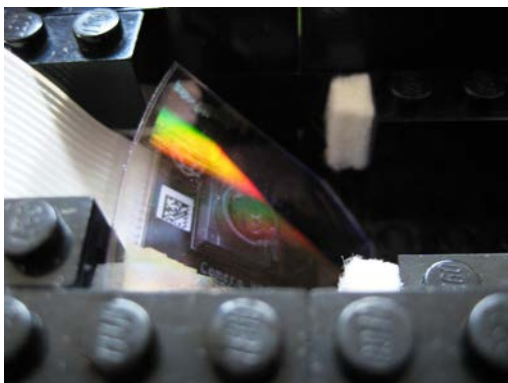
Für den Lichtspalt benötigt man 2 Klingen (zur Reinigung von Ceranfeldern), ca. 10x10 cm matten schwarzen Karton, etwas Isolierband, eine DVD-R, rechteckige Filzgleiter mit ca. 16mm Breite, 3 kleine runde Magneten und natürlich Legosteine. Zur Einstellung des Spaltes empfiehlt sich eine Ventillehre, wie links abgebildet.



Bevor es losgeht noch einen kurzen Überblick und Hinweise über den Zusammenbau:

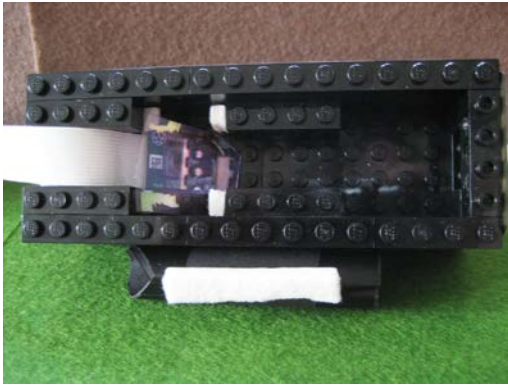
Die Kamera wird zum Schluss über das 30 cm lange Kabel mit dem RPi verbunden. Der Anschluss ist vor der Ethernet Buchse.

Die Anleitung dazu ist in der SatTec Kamera Bauanleitung.



Hier ist die Kamera mit einem Stück passend geschnittener DVD zu sehen (Erklärung dazu weiter unten).

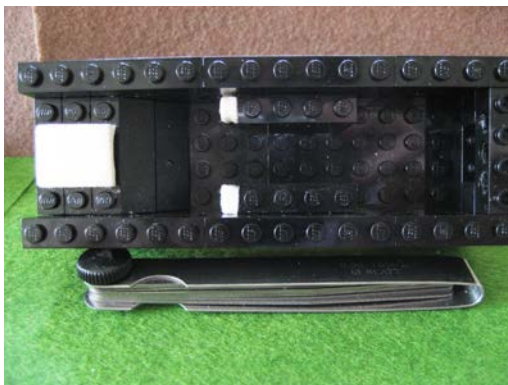
Das DVD-Stück wirkt als optisches Gitter um das einfallende Licht spektral aufzufächern.



Blick auf das geöffnete Lego Gehäuse von oben. Unter dem Gehäuse ist ein Rohr aus mattem schwarzem Karton zu sehen. Dieses dient dazu, Reflektionen von den glänzenden Legosteinen zu verhindern. Es wird auf der einen, abgeschrägten, Seite auf das DVD „Gitter“ geschoben und endet auf der anderen, rechten, Seite am Spalt, durch den das Licht fällt. Unter das Rohr ist ein Streifen Filzgleiter geklebt, um die richtige Höhe zu erhalten.



Links die Kamera, eine Ceranklinge, das „DVD-Gitter“ und zwei Lego Befestigungselemente. Diese halten Kamera und Gitter von oben.



Hier noch einmal das geöffnete Gehäuse ohne Kamera und Gitter. Man sieht links das aufgeklebte Filzgleiter Rechteck. Darüber wird später das Kamerakabel geführt.

Weiter rechts sind zwei Legosteine mit Filzpuffern vorne zu sehen. Diese fixieren Kamera und Gitter von vorne.



Materialbeschaffung:

Doch jetzt geht es los, zunächst mit der Vorbereitung und dem Bau des Gehäuses. In Klammern stehen die jeweiligen Lego-Artikelnummern.

Wir benötigen **28 Legosteine 4x1 (3010)** in Schwarz oder, falls Sie wollen, einer anderen Farbe. Durch die schwarze Kartonröhre ist die Farbe nicht so kritisch, allerdings gilt, je dunkler, je besser.



11 Legosteine 6x1 (3009).



2 Legosteine gewinkelt, 2x2 (2357).

**2 Legosteine Schrägstein 4x1
(3037).**



**4 Legosteine Grundplatte 8x6
(3036).**



**1 Legostein Technic 4x1 mit drei
runden Löchern (3701).**



Hier sind drei runde Magneten bereits im Legostein.

Wir benötigen drei Magneten mit einem Durchmesser von 5mm und einer Dicke von 3-5mm.

Die gibt es im Fachversand (z.B. Conrad. Art. Nr. 1565128 – 62)



Ferner benötigen wir Ceranfeldklingen mit ca. 42 mm Länge sowie eine kleine Rolle Isolierband mit ca. 15mm Breite. Beides bekommt man im Baumarkt.



Außerdem benötigen wir mindestens eine unbespielte DVD-R, um unser optisches Gitter zu erstellen. Dazu wird später ein passendes Stück aus der DVD geschnitten.



Hier sind die benötigten Filzgleiter abgebildet. Auch die gibt es im Baumarkt.



Vorbereitung:

Die drei Rundmagneten in den Legostein mit den Löchern einsetzen. Dazu die Löcher evtl. etwas auffeilen. Die Magneten entweder pressen oder von hinten verkleben, falls das Loch zu groß geworden ist. Sie sollten nicht überstehen, aber auch nicht allzu tief sitzen. Bitte den mittleren Magneten möglichst in der Polung gegenüber den äußeren umdrehen – also z.B. N-S-N.



Schneiden Sie ein Stück, wie abgebildet aus der DVD-R. Die Breite ist oben ca. 3cm und unten ca. 2 cm. Da sie das Stück zum Schluss sowieso noch zuschneiden müssen, lieber etwas großzügig sein. Lesen Sie auch ganz unten die Hinweise zum Zuschnitt.

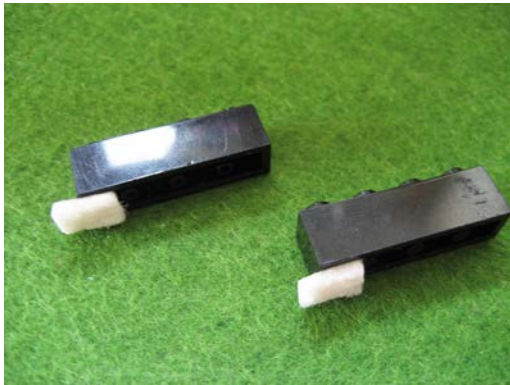


Das erhaltene Stück hat eine Oberseite, welche von unten verspiegelt ist und eine Unterseite, die wir benötigen. Fahren Sie vorsichtig mit dem Fingernagel zwischen die Seiten und trennen Sie sie.



Hier sind beide Seiten getrennt. An der klaren, meist bläulichen Unterseite haften oft noch Reste von der Spiegelschicht. Mit etwas Tesafilm kann man sie meist problemlos entfernen.

Falls die Reste nicht gerade an der Stelle sind, wo die Kameralinse durchschaut, stören sie nicht.



Bereiten Sie zwei 4x1 Legosteine vor, indem Sie an die Unterseite, wie abgebildet, zwei Filzgleiterstücke mit Pattex o.ä. ankleben. Die Stücke sind ca. 2mm dick, also dünner als die Filzgleiter vom Baumarkt.

Halbieren Sie einen der Filzgleiter in der Dicke und schneiden Sie daraus die beiden Stücke. Die Breite ist die des Legosteines, die Länge ungefähr wie abgebildet.



Kleben Sie an zwei weitere 4x1 Legosteine Filzgleiterstücke vorne an. Diesmal belassen Sie die Gleiter in Originaldicke. Breite und Höhe wie der Legostein.



Kleben Sie an eine der Ceranfeldklingen wie abgebildet einen Streifen Isolierband.



Zusammenbau:

Schritt 1

Zunächst benötigen wir zwei Grundplatten.



Schritt 2

Stecken Sie jeweils drei 4x1 Legosteine wie abgebildet **unter** beide Grundplatten.



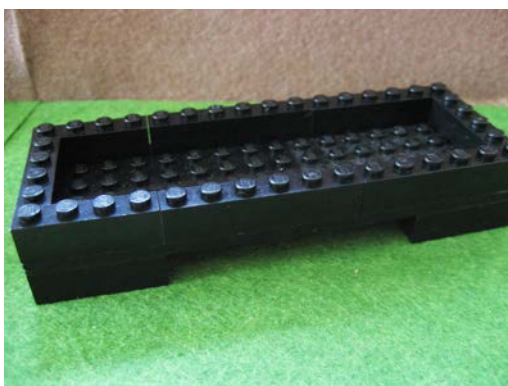
Schritt 3

Drehen Sie die Platten um.



Schritt 4

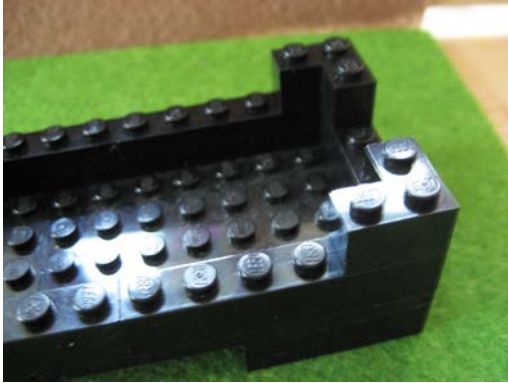
Stecken Sie links drei 4x1 Legosteine wie abgebildet auf die linke Grundplatte. Stecken Sie rechts zwei 6x1 Legosteine sowie einen 4x1 Legostein wie abgebildet auf die rechte Grundplatte.



Schritt 5

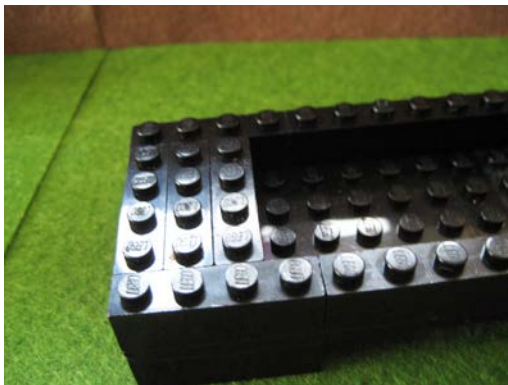
Verbinden Sie beide Platten wie abgebildet mit zwei 6x1 Legosteinen.

Bitte ab jetzt das Gehäuse nicht mehr drehen.



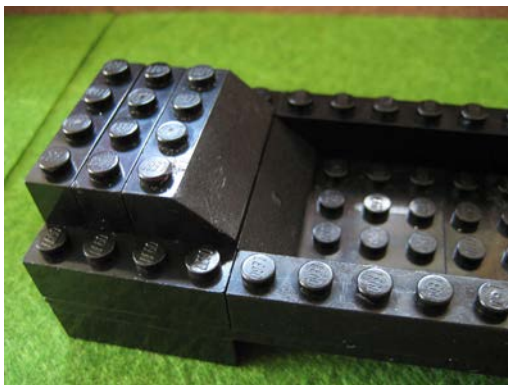
Schritt 6

Stecken Sie auf die Ecken der **rechten** Seite je einen der Winkelsteine.



Schritt 7

Stecken Sie vor den Randbaustein 4x1 der **linken** Seite noch zwei weitere 4x1 Steine, wie abgebildet.



Schritt 8

Stecken Sie auf der **linken** Seite vor den inneren 4x1 Stein einen 4x1 Schrägstein und verlängern Sie den Schrägstein wie abgebildet mit dem zweiten 4x1 Schrägsteinstein. Links vom oberen Schrägstein kommen zwei weitere 4x1 Steine hin.



Schritt 9

Stecken Sie **links** wie abgebildet zwei 6x1 Steine an den Rand des Gehäuses.



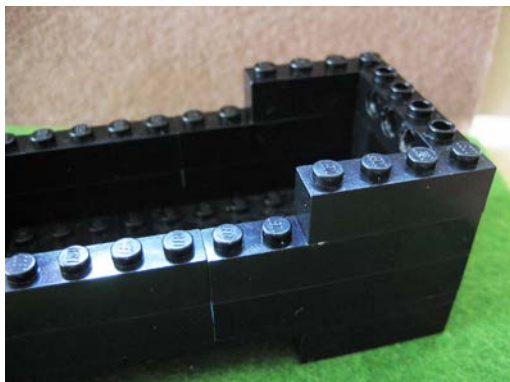
Schritt 10

Stecken Sie **rechts** zwei 4x1 Steine neben die Winkelsteine.



Schritt 11

Füllen Sie jetzt den Rand mit zwei 4x1 Steinen auf. Das Gehäuse sieht jetzt von oben wie links abgebildet aus.



Schritt 12

Setzen Sie **rechts** über die Lücke den Technic-Stein mit den Magneten, die Magnetfläche zeigt nach außen. Ergänzen Sie die Ecke mit zwei 4x1 Steinen wie abgebildet.



Schritt 13

Ergänzen Sie den Rand nach links mit je zwei 6x1 Steinen.



Schritt 14

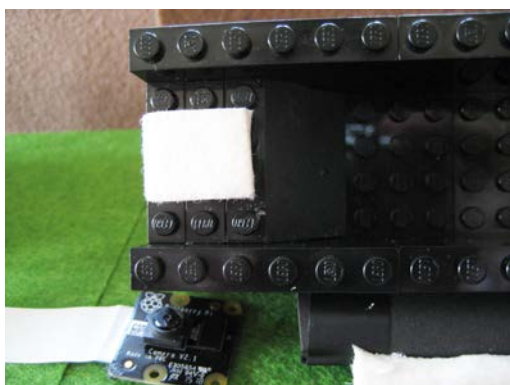
Das Gehäuse sieht jetzt von oben wie links abgebildet aus. Unter dem Gehäuse ist die Ventillehre zu sehen.



Schritt 15

Schneiden Sie aus dem matten schwarzen Karton eine Röhre von 7,5 cm Länge und ca. 1,8 cm Durchmesser zu. An einer Seite (hier rechts zu sehen) wird die Röhre auf 45 Grad angeschnitten. Kleben Sie unten einen Streifen Filzgleiter an. Überprüfen Sie die korrekte Länge im Gehäuse. Der Filzgleiter liegt unten, die Schräge links und die gerade Seite rechts, also am Spalt.

Wenn die Röhre rechts anliegt und links noch etwas Platz hinter der Schräge ist, ist alles ok.



Schritt 16

Kleben Sie **links**, mittig auf die freie Fläche ein quadratisches Stück Filzgleiter von ca. 15mm Breite. Rechts und links muss noch jeweils ein 4x1 Legostein Platz haben. Hier wird das Kamerakabel durchgeführt.

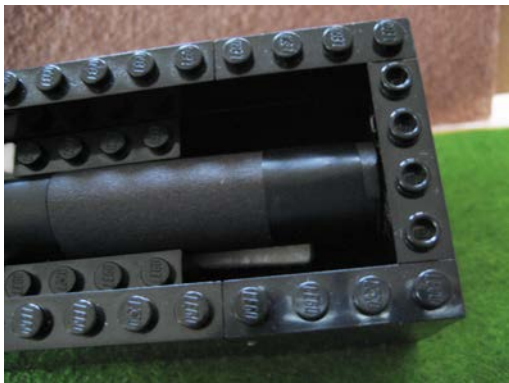
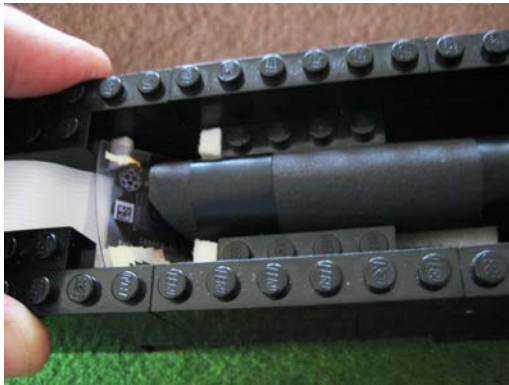


Schritt 17

Bevor Sie die Kamera einsetzen, lesen Sie bitte in unserer **SatTec Kamera Bauanleitung** den Abschnitt zur Vorbereitung der Kamera. **Ersetzen Sie unbedingt das Kamerakabel durch die 30cm lange Version.**

Die Kamera wird jetzt, wie unten gezeigt, eingesetzt.

Kamera DVD Gitter
4 x 1 Filz unten 4 x 1 Filz vorne



Schritt 18

Stecken Sie dazu die beiden vorbereiteten Steine mit dem Filzstück vorne je auf einen weiteren 4x1 Stein und stecken Sie beide innen wie abgebildet ein. Die Steine sollten von links an der Position Nut 8 anfangen, das Filzstück sollte nahe 7 sein. Die Kamera müsste sich nun bequem den Schrägstein herunter schieben lassen. Jetzt die beiden 4x1 Steine mit dem überstehenden Filz unten links und rechts neben den quadratischen Filz stecken. Die beiden Filze halten die Kamera jetzt einigermaßen stabil. Zum Schluss noch das DVD-Gitter vor die Kamera schieben. Kamera und Gitter stehen jetzt in einem Winkel von ca. 45°.

Schritt 19

Kontrollieren Sie, ob das Gitter gerade sitzt und nur leichtes Spiel nach rechts und links hat. Ansonsten schneiden Sie es nach.

Nun kann auch die Röhre eingesetzt werden.

Schritt 20

Die Röhre muss rechts anliegen und links etwas Spiel zum DVD Gitter haben.

Schritt 21

Die verbliebenen zwei Grundplatten aufstecken.



Schritt 22

Oben **rechts** ein kleines Eckstück bestehend aus einem 6x1 und zwei 4x1 Steinen aufstecken. Hier liegt später die obere Ceranklinge auf.



Schritt 23

Jetzt auf der **rechten** Seite die untere Ceranklinge mit dem Klebeband so anbringen, dass die Schnittfläche oben etwas über die Nuten des dahinterliegenden Legosteins geht, also etwa ein Drittel bis maximal die Hälfte der Öffnung bedecken, so dass der schmale Spalt der Kameralinse genau gegenüberliegt. Bitte so ankleben, dass die Klinge oben parallel zum Spalt ist.



Schritt 24

Nun die zweite Klinge auf dem Magnetstein platzieren und (später) so verschieben, dass zwischen beiden Klingen ein Spalt von ca. 0.2 bis 0.4 mm ist. Dazu eignet sich eine Ventillehre optimal. Ersatzweise kann man auch eine Visitenkarte verwenden.



Schritt 25

Nach Installation des Programms (Siehe **SatTec Anleitung**) überprüfen Sie bei laufendem Programm, ob die Kamera scharf genug gestellt ist.

Dazu den Spalt rechts ganz öffnen und unmittelbar vor die Öffnung eine Visitenkarte stellen. Bei oben geöffnetem Legogehäuse das optische Gitter entfernen. Die Visitenkarte sollte nun gut zu lesen sein. Falls nicht, lesen Sie bitte die Hinweise unten.

Hinweise:

Kamera:

Die Kamera ist im Auslieferungszustand auf Brennweite unendlich gestellt. Durch vorsichtiges Drehen (gegen den Uhrzeigersinn) am Objektiv, wie in der Bauanleitung Kamera beschrieben kann sie auf eine Brennweite von einigen cm gestellt werden, so wie wir es benötigen. Dazu müssen Sie die Kamera bei laufendem Programm nachjustieren. Hierfür das Gehäuse über der Kamera öffnen, den Spalt ebenfalls ganz öffnen und ca. 5 cm vor die Öffnung des Spaltes eine Visitenkarte oder eine kleine Figur stellen. Das DVD-Gitter entfernen und die Kamera am Objektiv durch vorsichtiges Drehen so nachstellen, dass die Visitenkarte gut zu lesen, oder die Figur scharf zu sehen ist.

Im Uhrzeigersinn drehen = ferner scharf, gegen den Uhrzeigersinn drehen = näher scharf.

Danach das Gitter wieder einbauen und das Gehäuse schließen.

Optisches Gitter:

Dadurch, dass wir ein zugeschnittenes DVD Stück als Gitter verwenden kann es vorkommen, dass der Zuschnitt nicht ganz gerade ist. Kritisch ist das schmale Stück unten. Falls Sie dieses Stück nicht gerade genug zugeschnitten haben, erhalten Sie gekrümmte Spektrallinien. Das gleiche passiert, wenn das Gitter schief sitzt. Das Gitter sollte unten gerade sein und zwischen den Legosteinnuten unten flach aufliegen, flach und im gleichen Winkel wie die Kamera (ca. 45°) auf dieser aufliegen, sowie nicht zu viel aber auch nicht zu wenig Spiel nach rechts und links haben. Das klingt komplizierter als es ist.

Falls Sie also im Betrieb des Gerätes keine einigermaßen geraden Spektrallinien erhalten, ist ihr DVD Gitter schief zugeschnitten, oder es sitzt nicht gerade.

Lichtspalt Klinge oben:

Die obere Klinge wird beim Verschieben vom Benutzer oben berührt. Obwohl die Schneide recht scharf ist, macht das in der Regel keinerlei Probleme, da die Klinge durch den Druck immer verschoben wird und flach aufliegt. Sollten Sie jedoch das Gefühl haben, dass Ihnen das zu unsicher ist, kleben Sie noch ein etwas Pappe aus schwarzen Karton so auf, dass die Klinge gut verschoben werden kann, aber die Schneide von oben vor Berührungen geschützt ist.

Materialliste:

1x RaspberryPi 3B+

1x Netzteil RPi

1x Gehäuse RPi, Metall

1x IR Kamera RPi

1x IR Kameragehäuse Plastik RPi

1x Kameraflachkabel 30cm

1 x Zündkerzenlehre

2 x Ceranfeld Klängen ca. 43mm lang

1 x Rolle Isolierband Breite 15mm, schwarz

1 x DVD R+ unbespielt

1 x dünner Karton schwarz, matt ca. 15x10 mm

1 x Filzgleiter Dicke 3-4mm Breite ca. 15mm eckig

3 x Magnet rund ca. 5mm x 2mm (z.B. Conrad. Art. Nr. 1565128 – 62)

Legosteine möglichst dunkel:

28 x Größe 1 x4 normal (3010)

11 x Größe 1 x6 normal (3009)

4 x Größe 8x6 Grundplatte (3036)

2 x Größe 2x2gewinkelt (2357)

2 x Größe 1x4 oben 2x4 unten, Schrägstein (3037)

1x Größe 1x4 gelocht, Technic (3701)

Bauzeit: ca. 3-6 Std.