

DIY

- ⊙ Diaprojector;
- ⊙ Raspberry Pi 3 met geheugenkaartje en voeding (€ 54,94 bij Paradigit);
- ⊙ Raspberry Pi Camera Module V2 (€ 29,95 bij Paradigit);
- ⊙ TIP120-transistor en weerstand 1 kilo-ohm (resp. 35 en 15 cent bij Hackerstore.nl);
- ⊙ Draadjes, breadboard, printplaatje, connectors, ducttape en wat Lego.

Totale kosten: ca. € 90,-

OP ALLERLEI ZOLDERS STAAN DOZEN VOL DIA'S. DAAROM KOPEN MENSEN TOCH EEN DIASCANNER, OM VERVOLGENS TE ONTDEKKEN DAT HET SCANNEN HEEL VEEL WERK IS. JE MOET NAMELIJK STEEDS HANDMATIG EEN SETJE DIA'S ERIN LEGGEN. MAAR ALS JE NOU EENS EEN DIAPROJECTOR UIT ELKAAR HAALT EN ER EEN RASPBERRY PI MET CAMERA-MODULE IN ZET? DE PI KAN DE DIA'S AUTOMATISCH WISSELEN, ZODAT JE ER NIET NAAST HOEFT TE BLIJVEN ZITTEN.

Oude dia's digitaliseren

JAAP MEIJERS

BOUW JE EIGEN SUPERSNELLE DIASCANNER



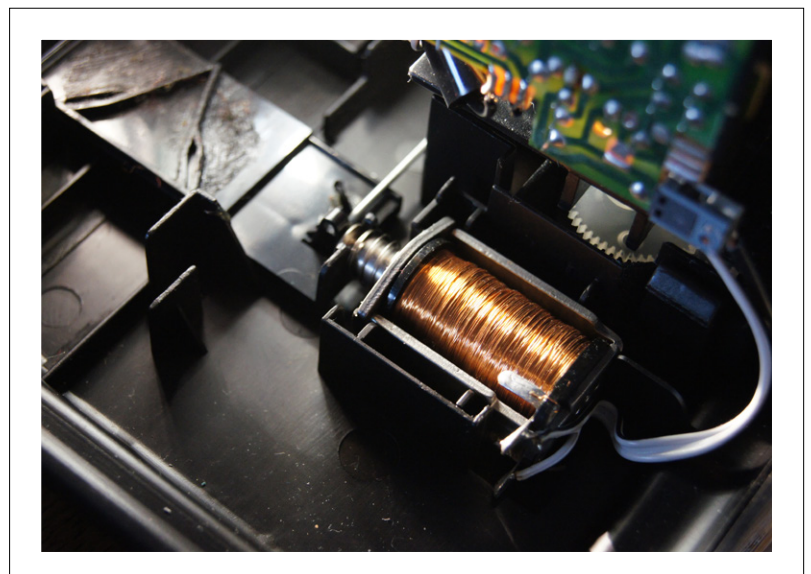
DE KNOP 'INDRUKKEN'

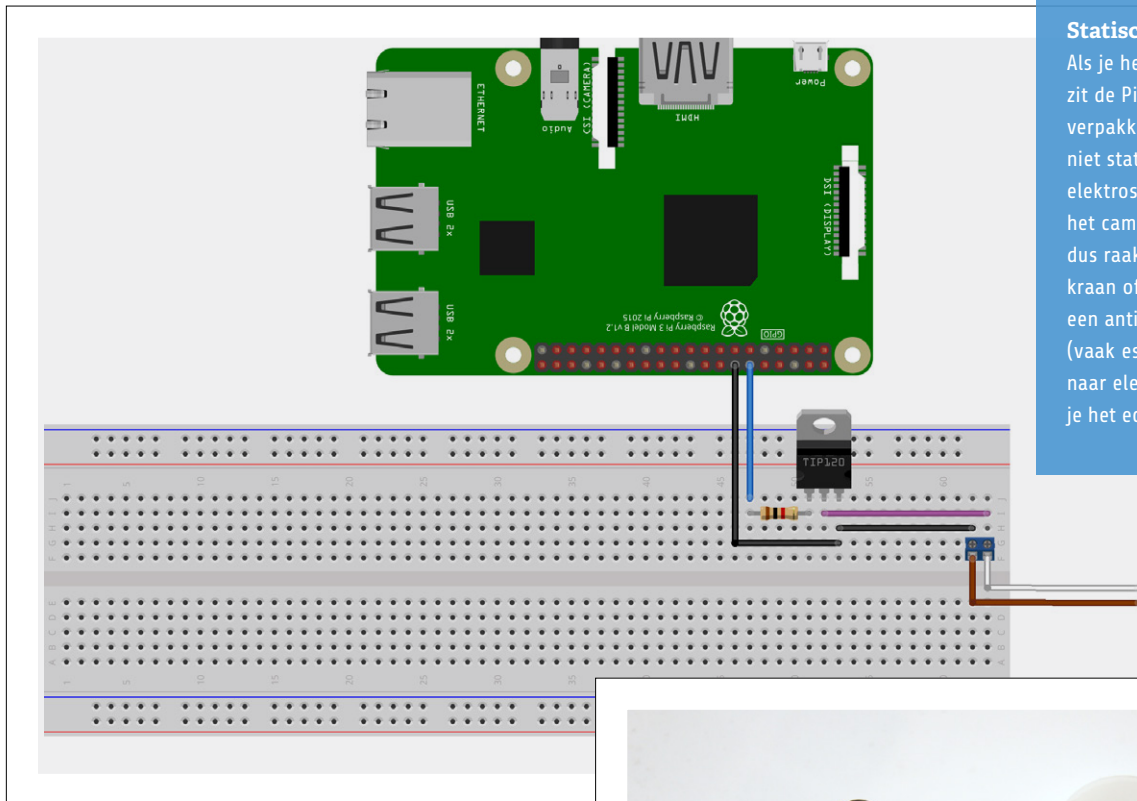
Bij onze diaprojector, een Braun Novamat 515 AF, zit een afstandsbediening. Daarmee kon je vanaf de bank de projector naar de volgende dia laten gaan, op de avonden dat je de hele familie verveelde met je vakantiefoto's. Er was nog geen internet, mensen wisten niet beter. Van die knop voor handmatige bediening knippen we resoluut de draadjes door. Met een multimeter meten we de spanning en die blijkt in ons geval 31,3 volt te zijn. Zoveel spanning kan de Raspberry Pi niet aan, dus om de knop te kunnen bedienen heeft hij wat hulp nodig in de vorm van de darlingtontransistor

TIP120. Mosfets zijn zuiniger dan darlingtontransistors en worden niet zo snel heet, maar de meest gangbare typen kunnen maximaal 30 volt schakelen. Een relais is duurder dan de darlingtontransistor en daarvoor is bovendien alsnog een schakeltransistor nodig, dus dat is niet de beste optie. Voor ons doel is de TIP120 prima, omdat hij spanning tot 60 volt aankan en we steeds alleen maar heel kort een stroomkring moeten maken.

Het linkerpootje van de TIP120 verbinden we met een gpio-poort op de Pi, de middelste met de schakeldraad uit de projector, en het rechterpootje met de aarde-draad uit de projector én met een ground-pin van de Pi. Om de stroom door de transistor te begrenzen zetten we er een weerstand voor. Nadat we de schakeling hebben getest op een breadboard, solderen we de componenten vast.

✧ De regelelektronica voor het bedieningsmechanisme van de diaprojector.





❖ De componenten en bedrading op het breadboard.

DE CAMERA VASTMAKEN AAN DE PI

Je moet een manier vinden om de camera vast te maken in de projector, stevig maar liefst ook zo dat hij nog een beetje te draaien is. Via 3dhubs.com, het platform waar je 3D-prints kunt bestellen bij mensen bij je in de buurt, lieten we een kleine behuizing voor de Pi Camera printen. Daar past de camera-module netjes in en we kunnen hem daarmee straks ook wat steviger vastmaken. De kwaliteit van de print was erg goed, en heeft een mooi glad en glimmend oppervlak. Normaal is dat prima, maar nu moeten we zorgen dat het licht uit de projector niet terugkaatst op de dia. Daarom schuren we de behuizing eerst goed op.

De camera zit vast aan de Raspberry Pi via een platte kabel met blauwe uiteinden. Op de Pi zit naast de hdmi-uitgang een csi-poort die speciaal is bedoeld voor de Pi Camera. Als je het bredere deel van de connector een klein beetje omhoogtrekt, kun je de platte kabel erin steken. Duw de connector weer naar beneden en de kabel zit vast. Op de Pi moet de kabel in de connector steken met de blauwe zijde naar de kant van de usb-poorten. Op de camera zit de blauwe zijde van de kabel als het goed is van het bordje af. Zorg ervoor dat de kabel niet rust op iets dat geleidend is (zoals de ethernetpoort bijvoorbeeld), want dat kan storing in de dataoverdracht opleveren.



❖ De cameramodule in zijn ge-3D-geprinte behuizing en de meegeleverde draaiknop.

Als behuizing voor de Pi zelf hebben we een grappige Lego-case besteld (maar je zou die ook kunnen laten 3D-printen). Er zit een handige gleuf in voor de platte kabel, én we kunnen met andere Lego-blokjes het printplaatje erop vastmaken. Met een beetje montagekit plakken we een Lego-plaatje op de projector waar we de case op vastklikken.

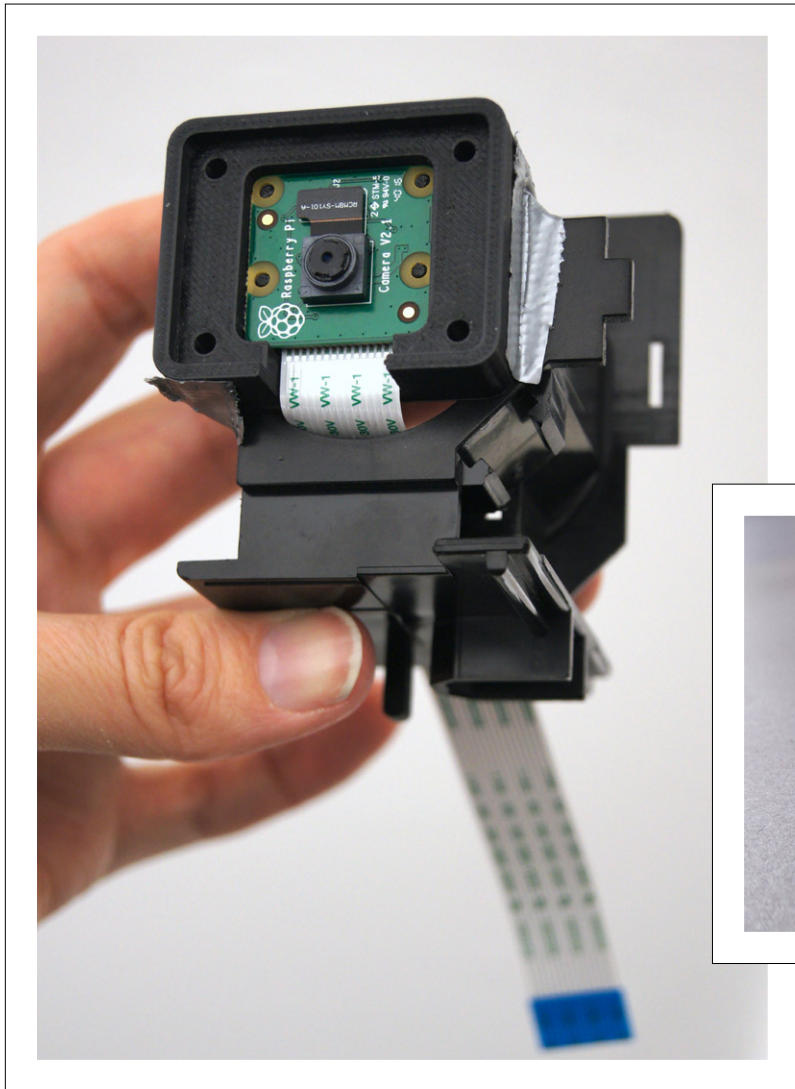
FOTO'S EN VIDEO'S MAKEN MET PYTHON

Nu kunnen we foto's gaan maken. Met het handige tooltje PiBakery zetten we Raspbian op een Rasp-

berry Pi 3. Met PiBakery kunnen we al voor het branden van het image het wifi-wachtwoord instellen, de vnc-server aanzetten en het algemene wachtwoord veranderen (veiligheid voor alles), maar het gebruik van de camera moet je na het opstarten toestaan. We sluiten de voeding, een monitor, toetsenbord en muis aan op de Pi en zetten hem aan. In de desktop-omgeving van de Raspberry Pi kies je in het menu onder **Voorkeuren** voor het Raspberry Pi-configuratieprogramma. Daarin kun je op de tab **Interfaces** de camera aanzetten. Daarna opnieuw starten. Een verse Raspbian-installatie heeft al een up-to-date versie van de software voor de camera. Op andere besturingssystemen kun je die installeren met de volgende opdracht:

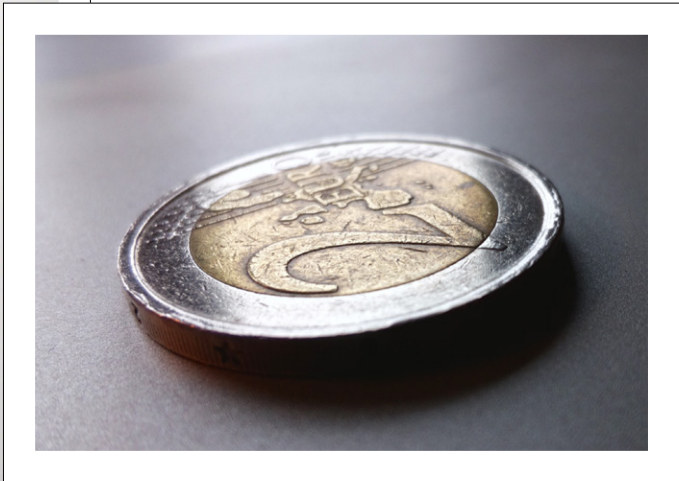
Statische elektriciteit

Als je hem nieuw binnenkrijgt, zit de Pi in een antistatische verpakking. Let op dat je zelf niet statisch geladen bent: een elektrostatische ontlading kan het camerabordje beschadigen, dus raak van tevoren even een kraan of radiator aan, of gebruik een antistatisch polsbandje (vaak esd-bandje genoemd, naar electrostatic discharge) als je het echt veilig wilt aanpakken.



Gebruik geen tang!

Geen draaiknop bij je zending ontvangen? Wat je zeker niet moet doen, is het dan maar met een tangetje proberen. Je hebt amper grip en voor je het weet beschadig je de lens. Op Thingiverse.com vind je verschillende 3D-printbare modellen voor speciaal ontworpen tooltjes. Voordat je gaat draaien, zou je trouwens met potlood of Tipp-ex (ook al zo retro) een streepje kunnen zetten naast de lens en de houder, zodat je de lens eventueel weer terug kunt draaien naar zijn originele positie.



❖ Hier zie je hoe goed je macro-foto's kunt maken met de Pi Camera: heel scherp op minder dan vier centimeter afstand, met een scherptediepte van ongeveer een centimeter.

❖ De cameramodule in zijn ge-3D-printe bakje en vastgemaakt op de behuizing van de projectielens.

```
> sudo apt-get update && sudo apt-get
install python-picamera python3-
picamera
```

Om een foto te maken, hoef je in de terminal alleen `raspistill -o foto.jpg` uit te voeren, maar nu hebben we eerst bewegend beeld nodig.

Open de Python IDE via het **applicatiemenue / Programmeren / Python 3 (IDLE)**. Met Ctrl+N maak je een nieuw bestand aan met daarin deze regels:

```
> from picamera import PiCamera
> from time import sleep

> camera = PiCamera()

> camera.start_preview()
> sleep(60) # de camera tussendoor
uitzetten is lastig, vandaar de
time-out na een minuut
> camera.stop_preview()
```

Sla dit script op als `camera.py` en start het vervolgens met F5. Als het goed is, heb je nu beeld.

PICAM IN MACRO-LENS VERANDEREN

Nu je op de monitor kunt zien wat de camera registreert, kun je dat beeld gebruiken om de camera goed te focussen. De lens van de Pi-camera is helaas niet auto-focus, dus dynamisch scherpstellen is er niet bij. De camera is namelijk dezelfde die gebruikt wordt in miljoenen mobiele telefoons (een Sony IMX219-sensor). Hij wordt in de fabriek ingesteld op oneindige scherptediepte en dat levert scherpe foto's op ... maar pas vanaf een minimale afstand van 50 tot 75 centimeter. Dat zou niet

werken in onze diascanner, omdat de dia's op die afstand veel te klein in beeld zouden zijn en we dus niet alle megapixels van de camera benutten. Ook jammer is dat we de camera dan niet in de projector kunnen inbouwen. Maar overal is een oplossing voor. Wat we nodig hebben, is een positieve lens zoals de lenzen die gebruikt worden voor close-ups. De gemakkelijke weg zou zijn om een macrolensje te kopen dat gemaakt is voor smartphones, maar vermoedelijk zal dat niet het beste beeld opleveren. Gelukkig heeft de Raspberry Pi Foundation iets moois ontdekt aan zijn eigen hardware. Met een beetje moeite is het mogelijk om het lensje van de Pi-camera een klein beetje los te schroeven en zo de scherptediepte te veranderen. We krijgen daarvoor een plastic knop met de cameramodule meegeleverd. Wij moesten de lens ongeveer twee slagen linksom draaien. Het is even pielen, maar het resultaat is indrukwekkend: superscherp beeld op onge-

veer vier centimeter afstand. Op die manier hebben we de dia vol in beeld, goed scherp, én kan de camera dichtbij genoeg komen dat hij in de projector past.

Door de focus zo dichtbij te halen, is het gebied waarin de beelden scherp zijn wel veel kleiner. Het is dus zaak om de camera zorgvuldig recht en op de juiste afstand van de dia in de projector te zetten.



CAMERA INBOUWEN

In de projector zit een mooie rij optische elementen. Van achter naar voor zie je: een concave spiegel, de lamp en twee lenzen die samen het licht gelijkmatig verdelen. Tussen die twee in zit een hittefilter, dat de infrarode straling van de lamp blokkeert. Na de bolle condensorlens volgen de diahouder en de projectielens. De camera zó in de projector bouwen dat hij precies op de juiste afstand van de dia zit, is best een uitdaging. Wij draaien de projectielens er helemaal uit, en plakken met ducttape de behuizing van de camera op het huis van de lens. Dat zou professioneler kunnen natuurlijk, maar zeker in het begin is het handig omdat we de camera dan nog een beetje kunnen positioneren als het beeld niet helemaal goed blijkt. Boven de plek waar de camera in de projector zit, kun je eventueel nog een gleuf uitboren en zagen om de platte kabel doorheen te halen. De halogeenlamp van 24 volt en 150 watt produceert enorm veel licht, maar ook veel hitte. Het felle licht zou geen probleem moeten zijn voor de chip in de camera, maar hitte is niet goed voor gevoelige componenten. De condensorlenzen hebben we niet echt nodig, omdat het licht niet sterk gefocust hoeft te worden. We hoeven immers geen groot beeld aan de andere kant van de kamer te projecteren. De planoconvexlens (bol aan de ene kant, plat aan de andere) halen we er daarom uit en dat blijkt veel hitte te schelen. Als het licht ook zonder die lens nog steeds zo fel is dat de beelden van je camera totaal overbelicht raken, plak dan een stukje wit plastic (paternoplaat, hebben ze bij de hobbywinkel) of papier op de diahouder.



HEEL VEEL FOTO'S ACHTER ELKAAR MAKEN

Maak een map `/home/pi/gescande_dias/` en een tekstbestandje `/home/pi/volnummer_dias.txt` aan op de Pi. Zet vervolgens het script (zie rechts) erop met de naam `diascanner.py` (downloadbaar via www.tiny.cc/diascanpy). Het script is zo opgezet dat je je systeem er gemakkelijk mee kunt testen. Vanaf de opdrachtprompt start je het met `python diascanner.py 1 0` als je één keer een dia

```
>#!/usr/bin/python
>import RPi.gpio as gpio
>import time
>import os
>from picamera import PiCamera
>import sys

># argumenten binnenhalen
>script, aantal, scannen = sys.argv
>aantaldiasnoggedoen = int(aantal)
>scannen = int(scannen)

>gpio.setmode(gpio.BCM)
>gpio.setup(18, gpio.OUT)

>if scannen == 1:
>    camera = PiCamera()
>    camera.resolution = (3280, 2464) # voor de eerste Pi Camera was dit 2592 x 1944

># volgnummer voor bestandsnaam opzoeken
>f = open('/home/pi/volnummer_dias.txt', 'r')
>volnummer = int(f.readline())
>f.close()

>while aantaldiasnoggedoen > 0:

>    gpio.output(18,1)
>    print ('Knop ingedrukt')
>    time.sleep(0.05)
>    gpio.output(18,0)
>    print('Knop losgelaten')

>    if scannen == 1:

>        camera.start_preview() # Opwarmtijd camera
>        camera.led = False # Zet de camera-led uit

>        # hier even wachten tot een nieuwe dia op zijn plek is
>        time.sleep(1.8)

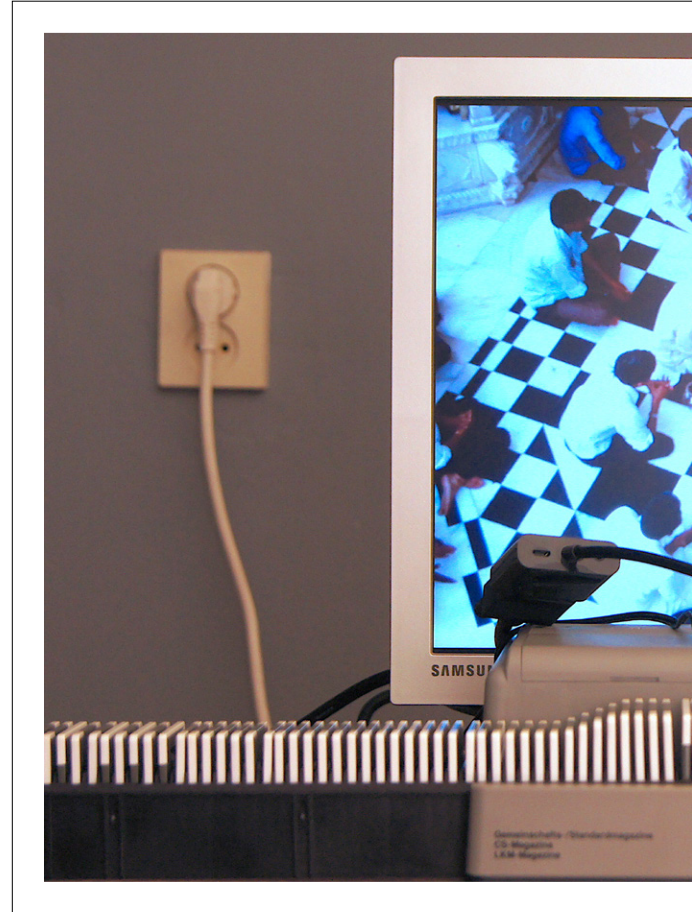
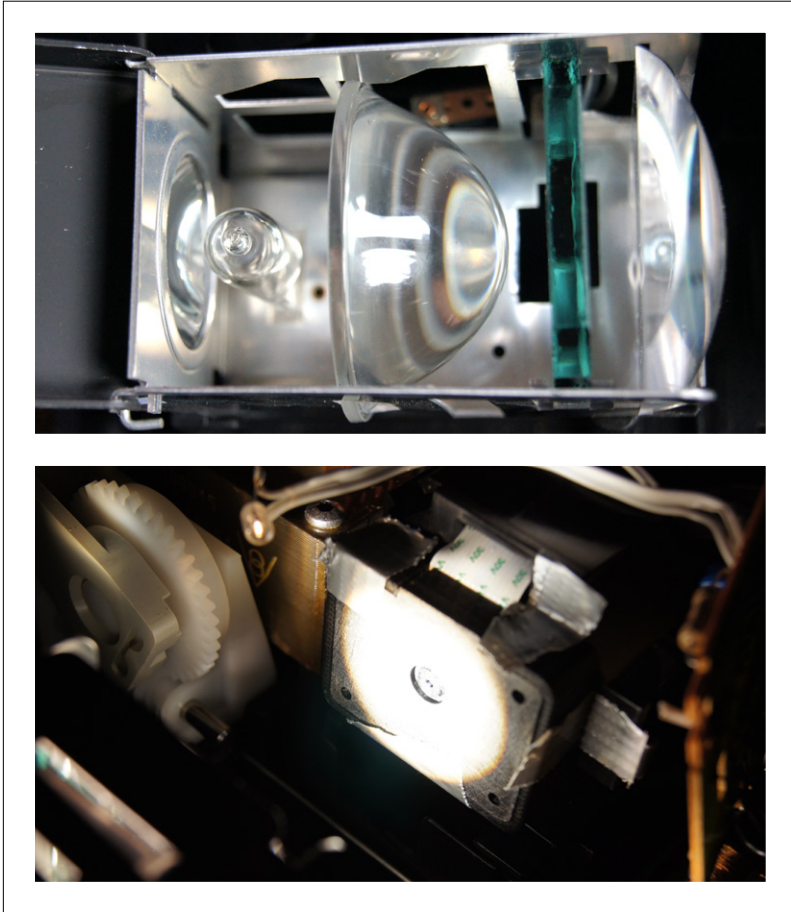
>        if scannen == 1:

>            volnummer += 1
>            print ('Dia ' + str(volnummer) + '...')

>            # Hier de foto maken.
>            # Je kunt de foto's opslaan als raw-bestand, maar de default is jpeg.
>            camera.capture('/home/pi/gescande_dias/dia_' + str(format(volnummer,
>            "05d")) + '.jpg', format='jpeg', quality=100)
>            time.sleep(0.6)
>            print (' opgeslagen.\n')

>            # volgnummer opslaan
>            fw = open('/home/pi/volnummer_dias.txt', 'w')
>            fw.write(str(volnummer))
>            fw.close()

>    aantaldiasnoggedoen = aantaldiasnoggedoen - 1
```



❖ In het volle licht, dus zonder plastic of papier ertussen en met de condensorlens nog in de projector, wordt de zwarte behuizing van de camera heel snel erg warm.

naar binnen wilt schuiven en daar niet meteen een foto van wilt maken. Dat is dus alleen om te kijken of het aansturen van het mechanisme goed gaat. De opdracht `python diascanner.py 50 1` maakt achter elkaar foto's van vijftig dia's.



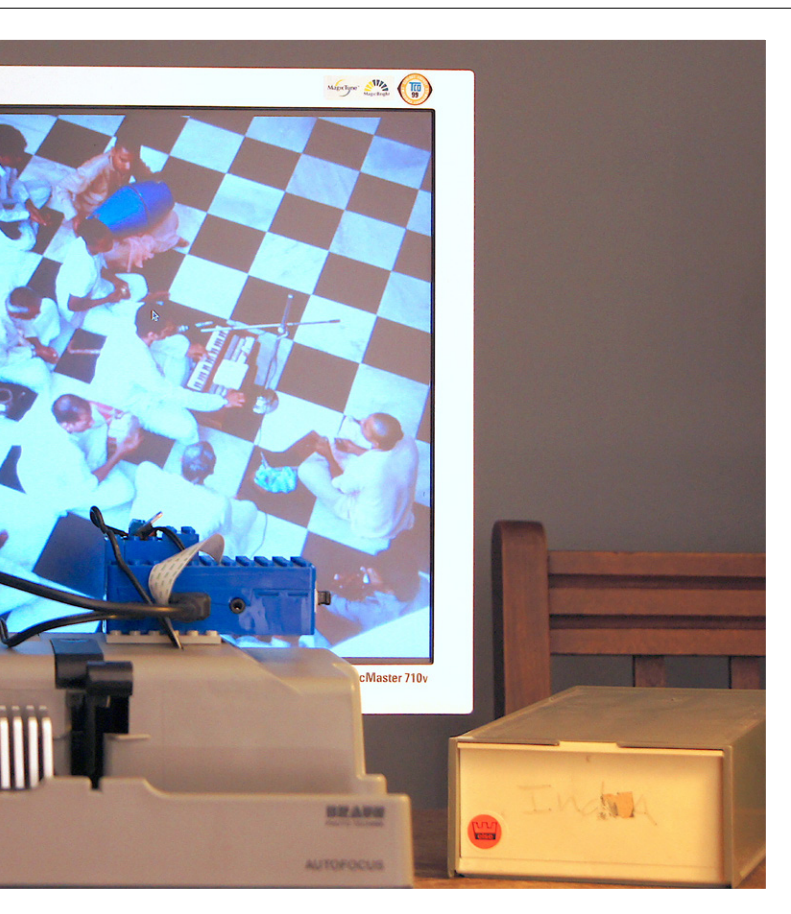
DE SNELHEID OPVOEREN

Hoeveel tijd zou de automatische diascanner ons kunnen besparen? Om een benchmark te hebben, vragen we een familielid naar zijn ervaringen. Zijn schoonvader maakte vroeger dia's en heeft hem opgezadeld met een collectie van maar liefst 2.000 dia's. Zolang die in de dozen blijven zitten, heeft niemand er wat aan, en dus kocht hij een paar jaar geleden een diascanner met een sle-

de waar vier dia's inpassen. Dat maakt het leven niet makkelijker: je moet dus vier dia's uit de doos halen, in die slede schuiven en op de computer de software aan de gang helpen. Het inscannen en opslaan van de fotobestanden kost minstens anderhalve minuut per dia. Om tweeduizend dia's in te scannen, ben je dus 50 uur bezig. Als je al zin hebt om élk weekend twee uur met een scanner door te brengen, dan ben je nog steeds een half jaar bezig voordat je eindelijk al die oude foto's hebt gedigitaliseerd. De snelheid van onze diascanner

hangt vooral af van hoe vlot de projector dia's kan wisselen. Met het Python-script geven we de diaprojector steeds een zet door automatisch de knop 'in te drukken'. We doen dat 0,05 seconde, oftewel 50 milliseconde, ongeveer hoe lang mensen minimaal een knop ingedrukt houden. Het wisselen van de dia duurt 2,4 seconde. Dat betekent dat we een hele doos met vijftig dia's kunnen digitaliseren binnen twee minuten. Tweeduizend dia's zou je binnen anderhalf uur gedigitaliseerd hebben in plaats van dat je er vijftig uur voor moet gaan zitten. Het zou zelfs nog sneller kunnen als je met `camera.exposure_mode = 'off'` de automatische lichtmeting overslaat. Dan moet je wel met `camera.brightness` vooraf de instellingen goed zien te krijgen. Alle settings vind je in de documentatie op <http://picamera.readthedocs.io>. Via de videofunctionaliteit van de Pi Camera kun je tot maar liefst 30 frames per seconde opslaan, maar dan heb je niet de maximaal mogelijke resolutie. Nu laten we op de monitor steeds de preview zien, maar die kan natuurlijk ook uit. Uiteindelijk hoeft het scannen maar 1,8 seconde te duren, zodat we het hele dia-archief in minder dan een uur wegwerken.

2.000 DIA'S ZOU JE BINNEN 1,5 UUR GEDIGITALISEERD HEBBEN, IN PLAATS VAN 50



❖ De zelfgebouwde diascanner met op de achtergrond één van de eerste testfoto's. (dia: Geertje van der Pas)



» Eén van de eerste dia's die we fotograferen en een latere test. Ook nadat we wat plastic toevoegen en de camera wat verplaatsen, is er nog ruimte voor verbetering: de lichte delen zijn overbelicht en de foto is nog steeds een beetje onscherp. (dia's: Geertje van der Pas)



CONTROLEER DE KWALITEIT

Eerlijk is eerlijk: zo goed zijn onze scans nog niet. Om foto's te krijgen die de kwaliteit van professionele scanners benaderen, zul je flink wat tijd moeten steken in perfecte focus en lichtmeting. En dan nog is het maar de vraag of het lukt: professionele diascanners gebruiken echt een scanner in plaats van de dia's te fotograferen. Daardoor hebben de digitale foto's uit die apparaten een veel hoger dynamisch bereik – en daar betaal je dan ook voor. Maar een resultaat dat net zo goed is als de meeste diascanners voor thuisgebruik moet lukken.

Onze aangepaste diaprojector heeft alvast één heel groot voordeel boven die kant-en-klare diascanners: hij is razendsnel! In een mum van tijd kun je duizenden dia's scannen. De mooiste foto's kun je dan alsnog professioneel laten scannen. Als je niet elke antieke vakantiefoto of onscherp portret hoeft te scannen, spaar je een boel tijd en geld uit – tijd en geld die we liever steken in spelen met nieuwe gadgets. Of in het doorontwikkelen van onze uitvindingen. Ook deze diascanner kan immers nóg gaver. Er zou een complete glijbaan voor moeten komen waar tien dozen dia's in kunnen zodat ze gemakkelijk de diaprojector in glijden.

Ook een mooie toevoeging is de vinding op <http://patenteux.com/SlideDuplication>: slangetjes met perslucht om de vaak stoffige dia's mee schoon te blazen. Daarna willen we aan de slag met OpenCV, de beeldherkenningsoftware waarmee we bij elke foto een beschrijving kunnen zetten waarin staat of er een gebouw, tuin of een mens te zien is. Wel zo prettig bij een grote verzameling oude foto's. Daar zouden we eens op terug moeten komen in een volgende handleiding. «