



# AgOpenGPS

Handleiding: DIY RTK stuurhulp en autosteer met AgOpenGPS

Op basis van een workshop gegeven door Karel Dewaele in het kader van de Operationele groep “Van bricoleur naar constructeur: professionalisering van zelfbouwmechanisatie in Vlaanderen”



DEPARTEMENT  
**LANDBOUW  
& VISSERIJ**



Europees Landbouwfonds  
voor Plattelandsontwikkeling:  
Europa investeert  
in zijn platteland

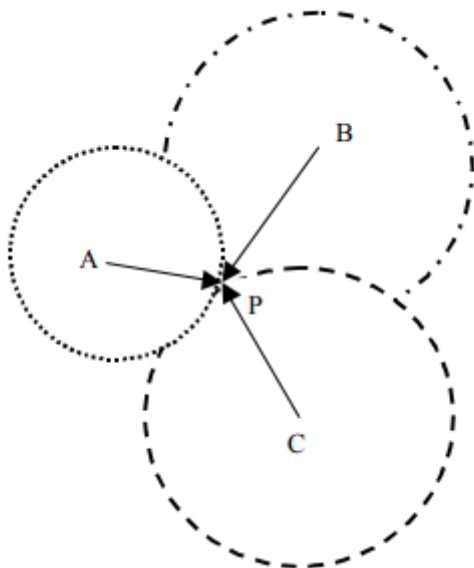


## Inleiding – GPS principes

Het Global Positioning System (GPS) was ongeveer het eerste satelietsysteem voor plaatsbepaling. Inmiddels zijn er nog andere systemen die allen op dezelfde principes steunen (Glonass is de Russische tegenhanger, Galileo is het Europese systeem en Beidou is het Chinese systeem). Voor het gemak spreken we verder enkel over GPS.

[https://www.researchgate.net/publication/237370722\\_AN\\_INTRODUCTION\\_-\\_GLOBAL\\_POSITIONING\\_SYSTEM](https://www.researchgate.net/publication/237370722_AN_INTRODUCTION_-_GLOBAL_POSITIONING_SYSTEM)

Om een plaats in een tweedimensionale ruimte uniek te bepalen is de afstand tot 3 vaste punten nodig. Immers: 3 cirkels die elkaar snijden hebben maar 1 punt gemeenschappelijk (zie figuur).

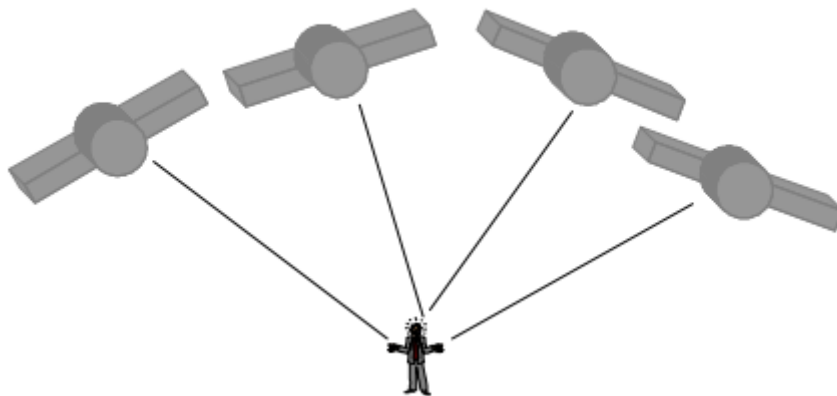


*Figuur 1: Punt P kan uniek gelokaliseerd worden door de afstand te meten tot 3 gekende punten (A, B en C)*

Voor een driedimensionale omgeving kunnen we zelfde redenering doortrekken, maar dan met bollen i.p.v. cirkels. Als twee bollen elkaar snijden komen we tot een cirkel. Als we een derde toevoegen vinden we twee punten en dan is nog een vierde nodig om één punt in de driedimensionale ruimte uniek vast te leggen.

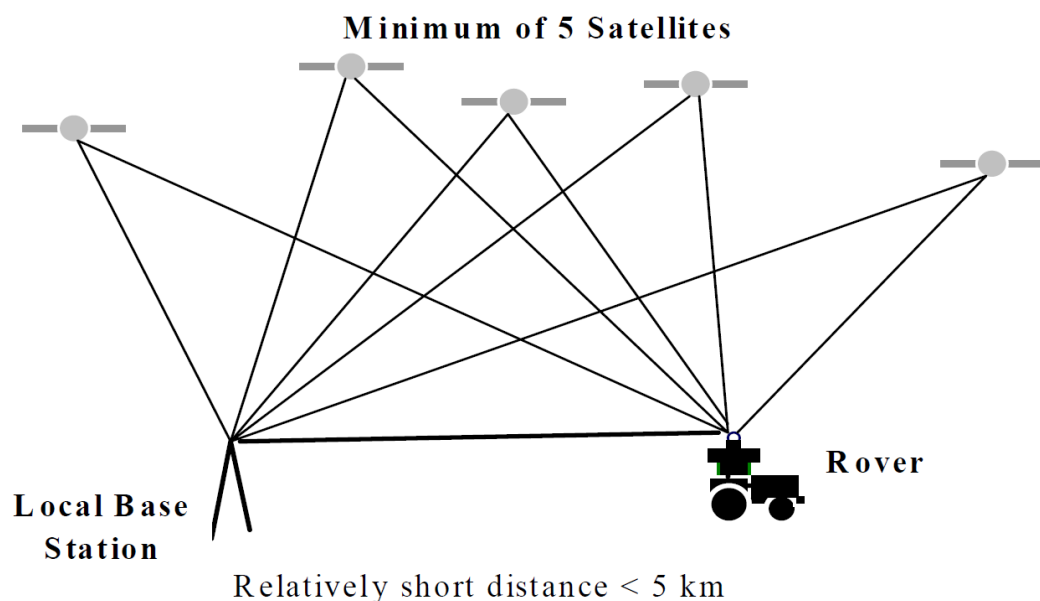
Er zijn dus minstens 4 punten nodig met gekende afstand om de locatie in een driedimensionale omgeving te bepalen. Voor een GPS systeem worden hiervoor satellieten gebruikt die een gekende positie hebben omdat die satellieten continu gemonitord worden vanuit 4 vaste basisstations.

Door allerlei factoren, die we hier niet in detail bespreken, zit er heel wat ruis op de satellietsignalen die ervoor zorgen dat er een bepaalde fout op de meting zit. Daardoor is de locatiebepaling waarbij enkel satellieten gebruikt worden, maar nauwkeurig tot op een tiental meter. Dit volstaat voor simpele toepassingen zoals autonavigatie, maar is niet voldoende voor precisietoepassingen.



Figuur 2: er moet met minstens 4 satellieten connectie zijn om de locatie te bepalen

Er zijn verschillende methodes om de nauwkeurigheid van het positiebepaling te verbeteren door middel van correctie signalen. Wat in landbouw gebruikt wordt is Real-Time Kinetic GPS (RTK GPS). Voor deze zeer nauwkeurige positiebepaling is een vast basisstation nodig met gekende positie op maximaal 5 km afstand en minstens 5 bereikbare satellieten. Er kan ook gewerkt worden met een RTK referentiesignaal dat gegenereerd wordt door een netwerk van vaste basisstations. In Vlaanderen is het FLEPOS netwerk (<https://flepos.vlaanderen.be/>) een dergelijk netwerk.



Figuur 3: principe van RTK-GPS

De RTK precisie stijgt evenredig met het aantal bereikbare satellieten en met de nabijheid van het basisstation.

## Inleiding - RTK-GPS ontvangers

Tegenwoordig zijn er vrij betaalbare ontvangers op de markt danzij o.a. u-blox F9P chip. Er zijn zelfbouw modules op de markt, maar ook plug & play types.

<https://www.ardusimple.com>

<https://emlid.com>

[https://www.csgshop.com/product.php?id\\_product=263](https://www.csgshop.com/product.php?id_product=263)



## Inleiding – AgOpenGPS

- AgOpenGPS is een open source software-project o.a. door Brian Tischler (VS) opgestart.
- Draait enkel op Windows
- Sinds 2019 eenvoudige integratie met GPS-ontvanger: stuurt correctiegegevens door naar ontvanger, krijgt RTK-positie terug.
- Management van navigatielijnen, voertuigen, percelen, kopakkers...
- Visuele stuurhulp of samen met autosteer.
- Nog steeds in evolutie (let soms op met nieuwe versies, vaak is er geen weg terug)
- Vrij steile leercurve, zeker voor wat autosteer functies betreft!



Enkele links:

- Ontwikkeling en discussie: <https://discourse.agopengps.com/>
- Download laatste versie: <https://github.com/farmerbriantee/AgOpenGPS/releases>
- Demo filmpjes: [https://www.youtube.com/channel/UC62XU8ZdXX\\_ALNYKRAWkFeg](https://www.youtube.com/channel/UC62XU8ZdXX_ALNYKRAWkFeg)  
<https://www.youtube.com/user/FarmerBrianTee/videos>
- Telegram discussiegroepen: <https://t.me/agopengpsinternational>  
<https://t.me/agopengpsgebruikers> (hulplijn!!)

Disclaimer van AgOpenGPS:

## **AgOpenGPS \*\*\*\* Guidance software**

Most [Stable AgOpenGPS Release](#)

[AgOpenGPS Wiki](#)

Discussed in detail on the [AgOpenGPS Forum](#)

The [PCB and Firmware Repository](#)

The [SK21 AgRate Repository](#) is here

The [AgOpenGPS Hardware Wiki](#)

Ag Precision Mapping and Section Control Software

AgOpenGPS is 2 programs. AgIO is the communication hub to the outside world and AgOpenGPS is the application. You can run either and within each, you can run the other.

You only need to run AgOpenGPS if you are using the simulator.

To install click on the "Most Stable Release" link above and download the AgOpenGPS\_v5.zip. Unzip or extract the contents to a folder (folder accessible by user not the root of C:) Even on your desktop, and run AgOpenGPS.exe

The software reads NMEA strings for the purpose of recording and mapping position information for Agricultural use. Also it has up to 16 sections of Section Control that can have unique widths or up to 64 same width sections to control implements application of product preventing over-application.

Also outputs Pure pursuit steer angles from reference line for AB line, AB Curve and Contour guidance. Auto Headland called UTurn on Curve and AB Line with loops for narrow equipment. Mapping as a background can also be added.

Included in this repository is an application, and source folders.

See the PCB repo for PCB layouts, firmware for steering and rate control, machine control, GPS and simulator.

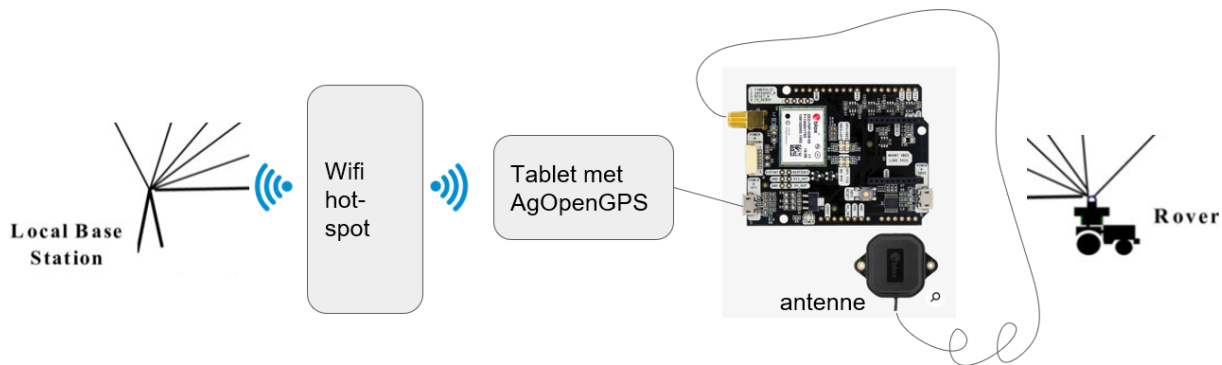
\*\*\* Important \*\*\*\*

If you distribute copies of such a program, whether gratis or for a fee, you must pass on to the recipients the same freedoms that you received. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. And you must show them these terms so they know their rights as Outlined in the GPLv3 License.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS "AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

## 1. Setup

### Overzicht setup



#### 1.1 Lokaal basisstation – correctiesignaal

De correctiegegevens die nodig zijn om een precisie locatiebepaling mogelijk te maken komen via een informatiestroom van een basisstation naar de “rover” volgens een zogenaamd ‘NTRIP’-protocol. De overdracht van dat signaal loopt via radio of mobiel internet. Er zijn verschillende opties voor het verkrijgen van correctiesignalen:

- Betalende netwerken (incl. simkaart e.d.): <https://overheid.vlaanderen.be/Flepos-Links>
- Gratis Vlaams FLEPOS netwerk: <https://flepos.vlaanderen.be/>
- Centipede: open source netwerk, voornamelijk Frankrijk: <https://docs.centipede.fr/>
- Zelfbouw basisstation (voor gevorderden)
  - RTK2go snip - server <http://rtk2go.com>
  - RTKbase - op Raspberry Pi met eigen server <https://github.com/Stefal/rtkbase>

#### FLEPOS 3.0

<https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/onze-oplossingen/flepos-centimeternauwkeurige-positiebepaling>:

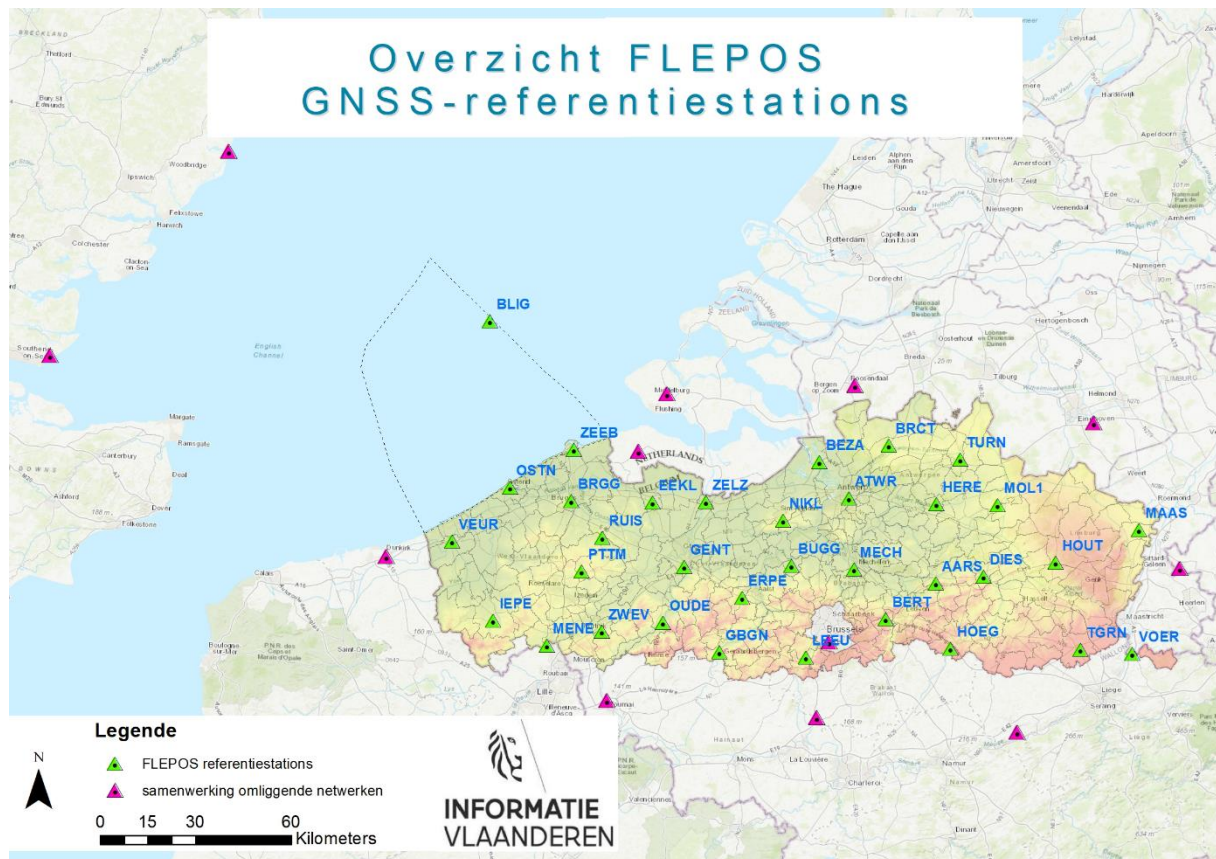
“FLEPOS (Flemish Positioning Service) stuurt correctiesignalen voor centimeternauwkeurige satelliet positiebepaling uit ten behoeve van professionele toepassingen in Vlaanderen.

FLEPOS is een dienstverlening van Digitaal Vlaanderen waarbij correctiesignalen afkomstig van navigatiesatellieten via mobiel internet worden verspreid. Deze correctiesignalen maken het mogelijk om overal in Vlaanderen een positie nauwkeurig te bepalen.

Het gebruik van de FLEPOS-diensten is volledig gratis, enkel de verbindingskosten via mobiel internet tussen de gebruiker en FLEPOS zijn ten laste van de gebruiker.



Het FLEPOS-netwerk is gebiedsdekkend voor het Vlaamse Gewest, het Nederlandse deel van de Westerschelde en het Belgisch Continentaal Plat op de Noordzee. Het gebruik van FLEPOS voor RTK-metingen buiten deze gebieden wordt ten zeerste afgeraden.”



## 1.2 Wifi hotspot (via smartphone)

Om de correctiesignalen van het internet te halen, moet de tablet waarop AgOpenGPS draait, internetconnectie hebben. Dit kan door met je smartphone een wifi hotspot te maken, of door te werken met een mobiele router.



Flepos via internet

### Smartphone wifi hotspot

Stap 1: Smartphone > wifi > hotspot instellingen: naam en wachtwoord

Tutorial: <https://www.youtube.com/watch?v=it5979Six1s>

Stap2: Tablet > wifi netwerk verbinden: wachtwoord invullen en bij windows instellingen > netwerk > ... : 'netwerk met verbindingskosten' of 'verbinding met datalimiet' aanvinken

## Mobiele router

bv. Teltonika RUT955

als stabiele verbinding zonder onderbrekingen vereist is (autosteer)

aansluiting 12V

apart eigen abonnement (data/...)

kan als ethernet-switch dienen (ipv USB-connecties)



## 1.3 Tablet

AgOpenGPS draait op een windows omgeving. Je hebt dus een tablet nodig die Windows ondersteunt.

Vereiste specificaties:

- Windows 8, 10, 11 (RT), best tenminste 1 USB-poort die geen laadpoort is
- Resolutie min. 1366x768, liever 1920x1080 (Full HD) of meer
- Schermgrootte gelijk, tablethouders meestal tot 11", max 12,2"
- Scherm glans, helderheid naargelang omgeving (hoge 'nits' of 'cd/m2')
- Prestaties: min. (2 of) 4GB RAM, i3 processor, opslag mag klein zijn
- Robuustheid? Normaal gebruik geen vrees. Anders o.a. 'toughbooks'

"goedgekeurde" voorbeelden:

Panasonic toughbook (eventueel tweedehands): FZ-G1, CF-D1, ...

Inspiratie: <https://discourse.agopengps.com/c/hardware/tablet-computer/47>

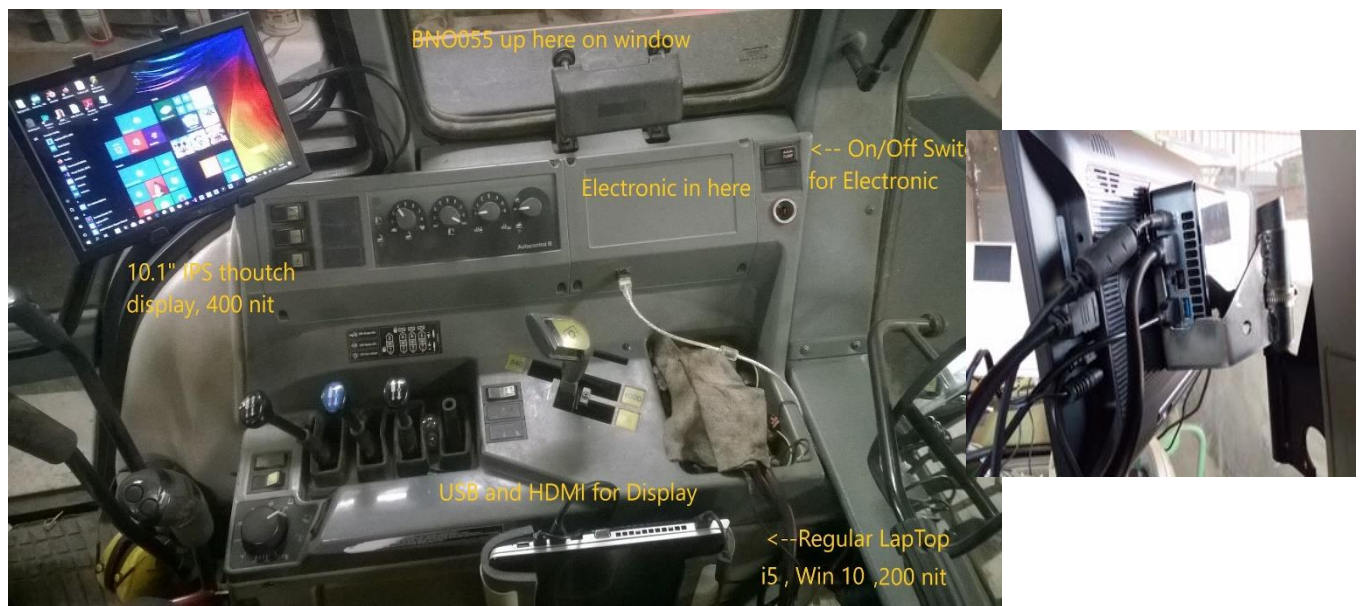
Bv: <https://discourse.agopengps.com/t/toughpad-book/399>

Bv: 10" microsoft surface Go 4GB (USB-C hub nodig of werken met via Bluetooth)





Alternatief: pc/laptop met aparte touch display (maar vrij duur)



Extra benodigde accessoires:

- Snelle lader voor de table. 3A nodig, 2A is niet voldoende.

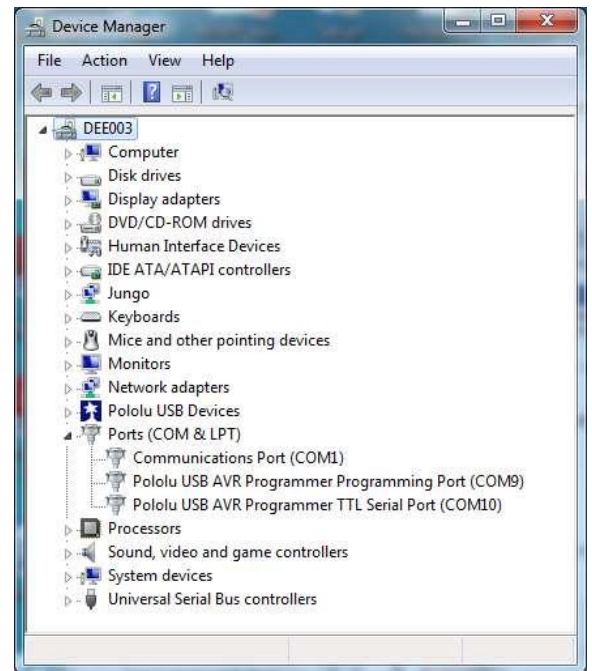
Zoek naar "quick charge", PD etc



- Tablethouder/beugel: zuignap of klem (veiliger)

Ter info:

- beveiligingsmodus uitschakelen om extern programma te kunnen installeren
- COM-poorten
  - Start/windows knop > > Poorten (COM & LPT) > ...
  - Plug USB-toestel in/uit > COM-poort verschijnt/verdwijnt
  - Onthoud nummer COM ...
  - In ucenter / AgIO:
    - COM ... selecteren
  - Slechts 1 programma tegelijk kan COM-poort gebruiken. Na setup in ucenter, ucenter afsluiten vooraleer AgOpenGPS te openen.
  - AgIO: snelknop 'Device Manager'
- Instellingen gesloten klep (laptop, tablet...)
  - om windows te laten draaien met gesloten toestel (bij verlegd scherm)
  - windows > energiebeheerschema > geavanceerde instellingen
  - procedure zie <https://www.coolblue.be/nl/advies/instellingen-laptop-klep-wijzigen-windows-10.html>
- Remote monitor software
  - ( <https://www.teamviewer.com/> ) - scherm overnemen op afstand (internet)
  - <https://spacedesk.net> - scherm overnemen via lokaal netwerk (hotspot, USB)
  - verlegt windows-scherm naar elk ander toestel (smartphone, android tablet, ipad, ...)



## 1.4 AgOpenGPS v5

Download:

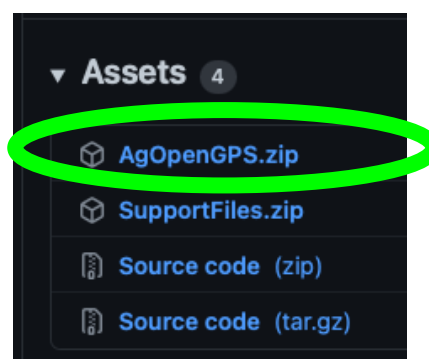
<https://github.com/farmerbriantee/AgOpenGPS>



<https://github.com/farmerbriantee/AgOpenGPS/releases/tag/5.4.5>

AgOpenGPS.exe (maak zelf snelkoppeling)

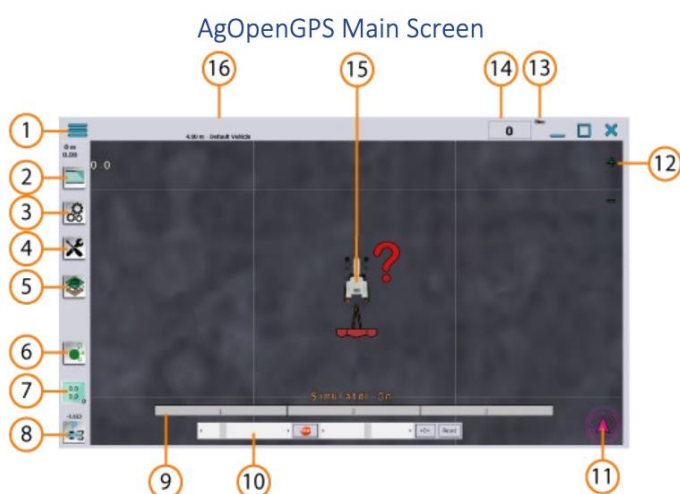
<http://www.youtube.com/watch?v=bVo6HwYldP4>



Manual.pdf zit in de download map. Elke knop wordt er uitgelegd. AOG zelf 'intuïtief' zonder tekst:

Support files bv. schema's PCB:

<https://github.com/farmerbriantee/AgOpenGPS/tree/master/Support>



- 1.- Main menu
- 2.- Screen options
- 3.- General Configuration
- 4.- Utilities
- 5.- Field Menu
- 6.- AgIO Shortcut
- 7.- Steer Configuration
- 8.- Steer Mode
- 9.- Section Display
- 10.- Simulator Control
- 11.- Steer Indicator
- 12.- Zoom Buttons
- 13.- GPS Mode
- 14.- Speedometer
- 15.- Virtual button reset direction (restarts forward direction at push)
- 16.- Field and Vehicle Information

Gebruik: start 2 programma's tegelijk:

6.- AgIO

- AgOpenGPS
- AgIO: zorgt voor de connecties

Bij problemen met connecties: herstart enkel AgIO

Programma werkt op twee manieren:

- Simulator mode: 'demo'
- Simulator OFF: GPS-bron nodig

Na installatie start het programma in simulator mode.

### Simulator mode

Bij eerste opstart: vul lokale coördinaten in!

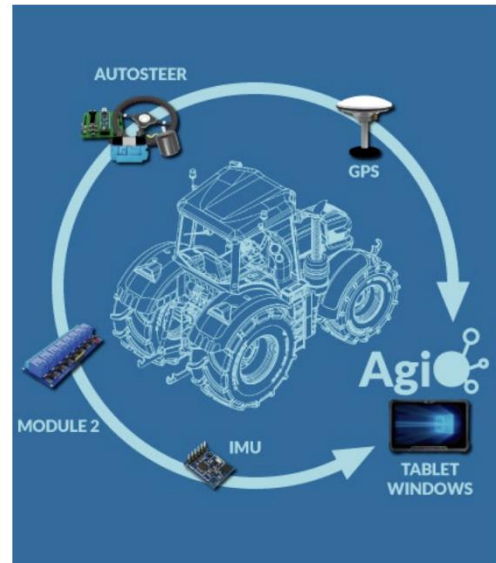
- bv. maaklab 50.806626, 3.282132

pas daarna velden aanmaken

eens veld open: alle functies beschikbaar:

- voertuigen, ab-lijnen, curves, boundary curve, ...

[http://www.youtube.com/watch?v=MYIn0H\\_jANg](http://www.youtube.com/watch?v=MYIn0H_jANg)



Ter info:

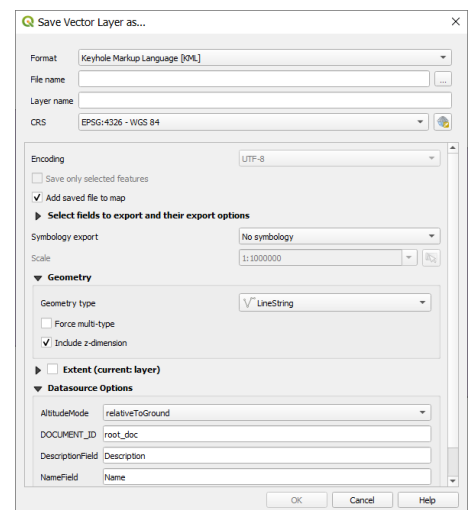
KML:

- Format voor geografische lijnen of oppervlaktes.
- opslaan vanuit bv. QGIS, zie:  
<https://agopengps.discourse.group/t/repeated-crashing-when-loading-kml-file/877/15>
- andere tools om te maken, bv. CSV naar KML:
- <https://kmltools.appspot.com/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=9vICvh4gKgg>

Google Earth Pro

- gratis tool  
<https://www.google.com/intl/nl/earth/versions/#earth-pro>
- .kml met perceelgrens maken om in te lezen in AgOpenGPS (fout snel 2m!)  
'Pad' maken en plaats opslaan als .kml (.kmz)
- of
- .kml in de fields-map van AgOpenGPS openen met Google Earth

**MAAR: beste optie voor aanmaak perceelgrenzen blijft zelf inrijden/afstappen: in v5 makkelijk**



## Perceelsgrenzen AgOpenGPS

in programma inrijden/inlopen: vlot in v5

wat als je perceelsgrens 1x wilt inlopen en daarna delen?

1. naar map AgOpenGPS > Fields > Field.KML
2. openen in Google Earth
3. links object met de boundary opslaan als > veld.KML
4. deze delen naar andere pc/tablet met AgOpenGPS en 'Import as KML'

velden delen incl. AB-lijnen, headland, etc. ?? vroeger alvast niet

### 1.5 Antenne

Nodig:

1. **simpleRTK2B + multiband antenne (ardusimple)**

module met u-blox **F9P**-chip L1/L2

micro-USB voor stroom en communicatie

SMA-connector voor antenne (5m)

incl. antenne, verzending, btw +- 280 euro

optie 'headers soldered' normaal niet nodig

USB naar micro-USB **data**kabel niet bijgeleverd



<https://www.ardusimple.com/product/simplertk2b-basic-starter-kit-ip65/>

Er zijn 2 micro-usb poorten op de module. Gebruik deze aangeduid met groene cirkel voor power en communicatie.

### 2. U-center software

Is de software van Ublox. Draait op windows en dient eenmalig voor de instellatie en configuratie van de antenne module:

1. nieuwste firmware
2. configureren voor AgOpenGPS
3. **wijzigingen opslaan**

download u-center v.x.y (u-center 2): <https://www.u-blox.com/en/product/u-center>

## Setup simpleRTK2B voor Agopengps

Download config for rover + firmware ublox:

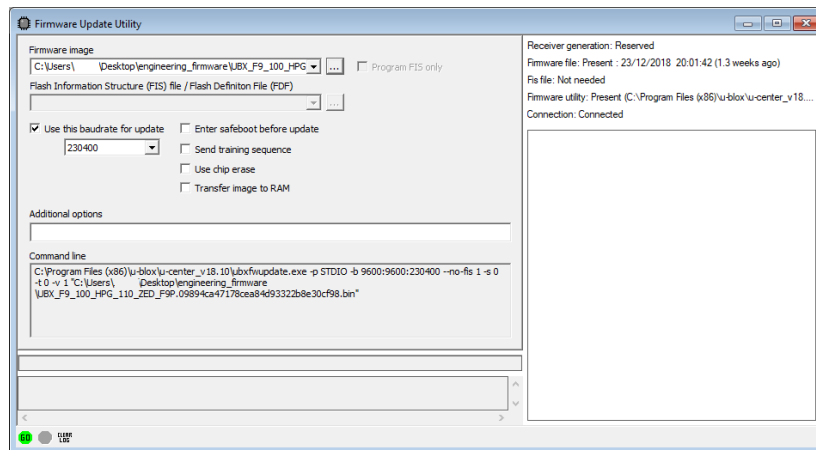
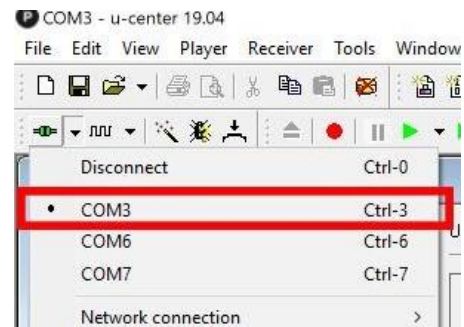
<https://discourse.agopengps.com/t/improved-konfiguration-files-for-f9p-with-firmware-1-13/2923>

Sluit de module aan, open programma. COM-poort kiezen. OK als onderaan groene connectie bv. 'COM 9600' te zien is.

### 1. firmware

Tools > Firmware update. Kies bij Firmware image (...) het gedownloade .bin bestand in Downloads-map. Linksonder groene bol 'Go' klikken, wachten tot alles groen.

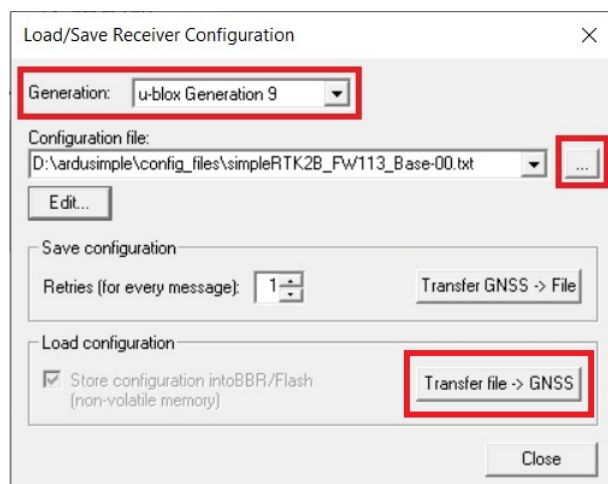
zie ook vb. op <https://www.ardusimple.com/zed-f9p-firmware-update-with-simplertk2b/>



### 2. config rover

Tools > Receiver configuration. Kies bij Configuration file (...) de gedownloade .txt in Downloads-map. Klik 'Transfer file -> GNSS'

zie ook <https://www.ardusimple.com/configuration-files/>





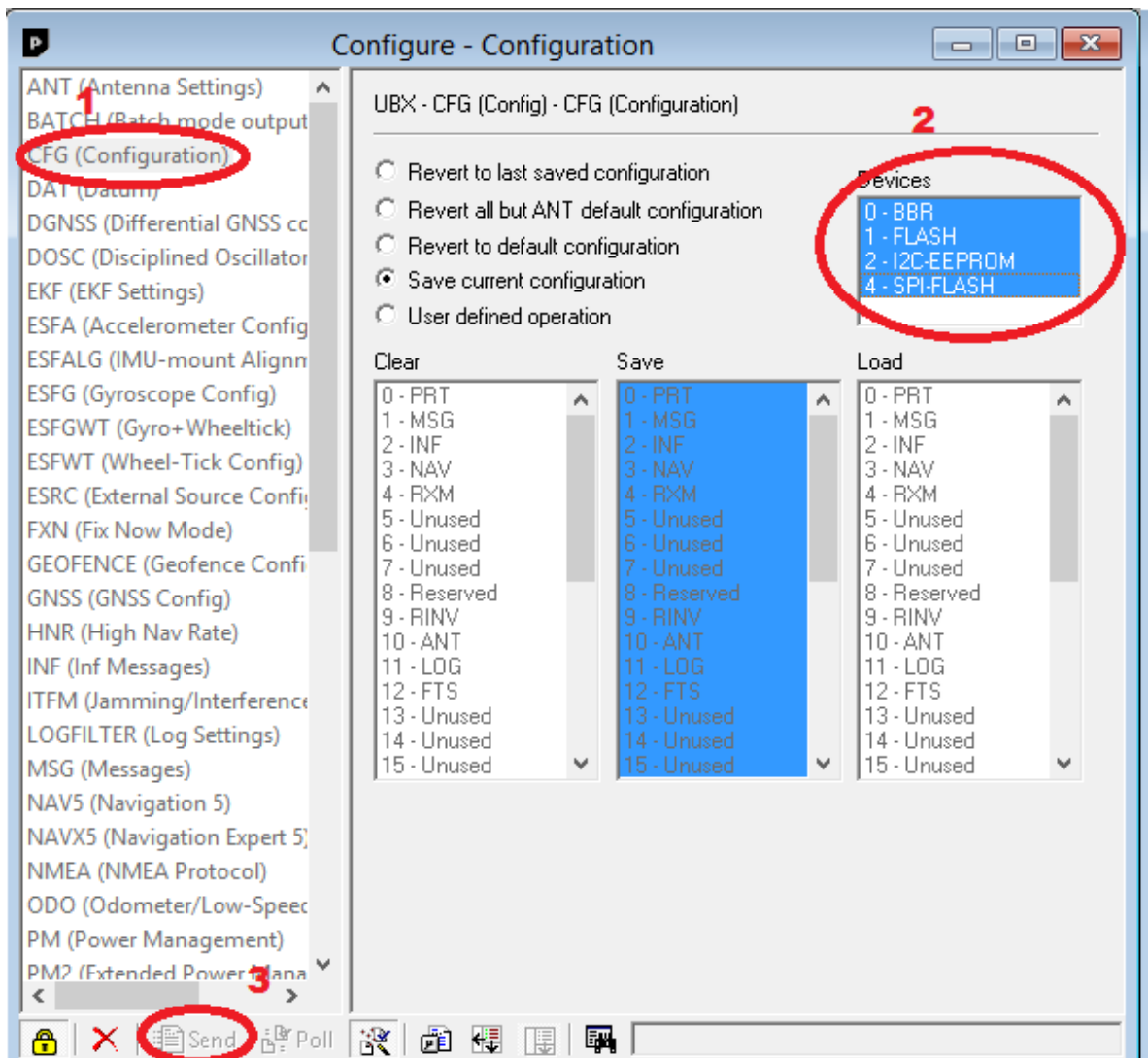
3. wijzigingen opslaan

**Niet te vergeten!**

**Bij 5 en 6 geen fouten maken.**

1. View > Messages view
2. Scroll linkse tabel naar beneden, dubbelklik UBX
3. In uitklappende lijst, dubbelklik CFG (Config)
4. In uitklappende lijst, klik CFG
5. In rechtsboven kader 'Devices' alles selecteren
6. Linksonder 'Send' klikken

Rechtsboven verschijnt teller sinds laatste 'Send': dan OK.

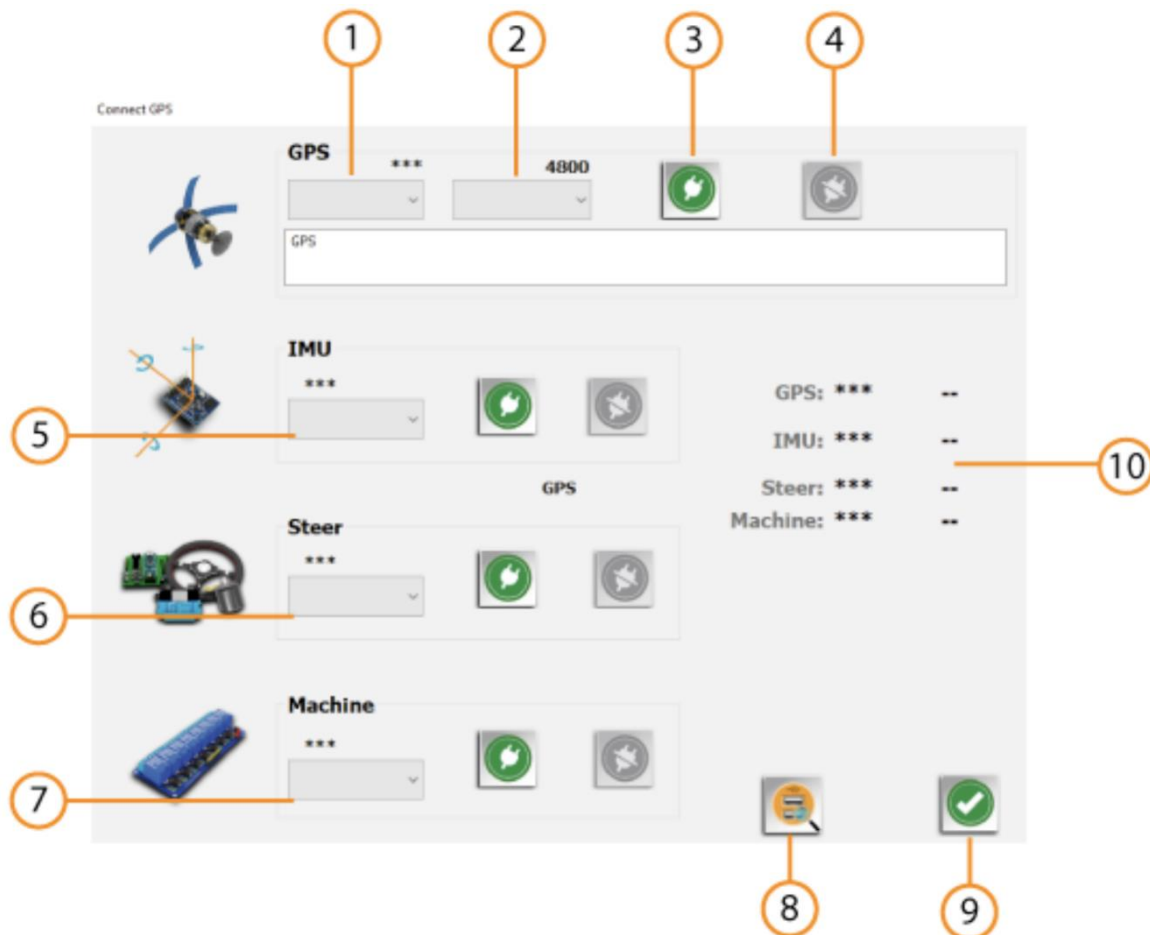


## Setu in AgOpenGPS

### sluit u-center.

Open AgOpenGPS - Simulator uit

AgIO > GPS port > **1) COM v/d USB-poort, 2) 115200, 3) Connect**



(ter info: simulator en GPS conflict oplossen)

1 van deze 2 is de locatiebron naar keuze. Kan niet tegelijk

in zeldzame gevallen bij wisselen tussen de 2 ontstaat een conflict in geografische UTM-zone en schiet het scherm alle kanten op, zowel bij simulator als bij GPS.

oplossing is volgende.

1. Sluit Agopengps.
2. Open in verkenner de map > Lokale schijf (C:) > Gebruikers > gebruikersnaam
3. Bovenaan in verkenner, ga naar beeld en vink aan 'Verborgen items'
4. Open de map AppData > Local.
5. Daar zie je de map 'AgOpenGPS': deze verwijderen.

AgIO > NTRIP > instellingen Flepos invullen:

IP, poort 2101, mount FLEPOSVR532GREC, gebruikersnaam, wachtwoord

NTRIP Client Settings

Source Position

Host: DESKTOP-K703NKG  
IP: 192.168.1.139

Get Source Table

Mount: IGS01

Port: 2101

Enter Broadcaster URL or IP: www.rtk2go.com

Confirm IP

IP: 69.75.31.235

HTTP: 1.1

Only TCP:Port

Username: (o)

Password: (o)

NTRIP

AgIO > NTRIP > instellingen Flepos invullen:

Position tab - use GPS fix

NTRIP Client Settings

Source Position

Manual Fix:

Lat: 53,0000000

Lon: -111,0000000

Use GPS Fix

Current GPS Fix:

Lat: 0

Lon: 0

Send To Manual Fix

To UDP Port: 0

\*Set to 0 for Serial

GGA Interval (secs): 20

0 = Off

NTRIP

## Opbouw tractor

tip: begin heel eenvoudig

antenne op motorkap (=grote grondplaat)

kabel langs deur naar binnen

oude laptop/... om mee te beginnen

## Antenne opbouw

ANN-MB belangrijk: grondplaatje 12 cm alu/inox

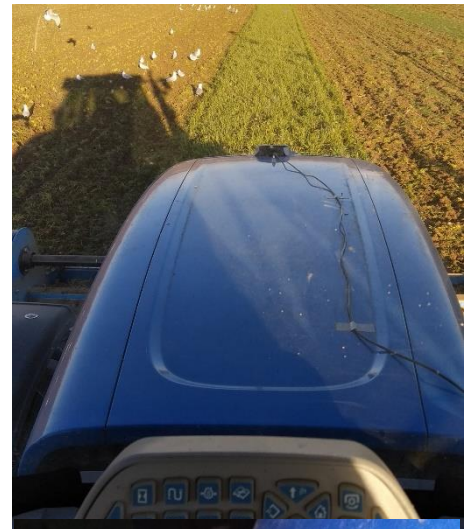
zo ver mogelijk naar voor?

niet per se hoog

maar ook niet teveel obstructie door motor/cabine

kabel niet gelijkleggen met grote stroomkabels

opletten met gevoelige SMA-connector



Inspiratie nodig? Zoek in “media” van telegram groepen (bv AgOpenGPS-International)

## Accessoires

Behuizing GPS-ontvanger: stevig, stofvrij

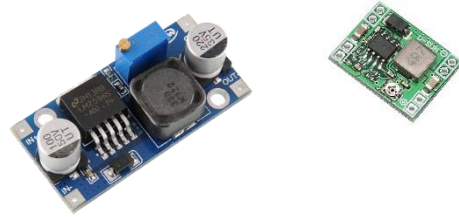
Universele behuizing + wartels      of  
bv. 3D-print



Evt. aparte voeding mbv omvormer-module 12V naar 5V:

- LM2596
- MP1584

Schakelaar, ...

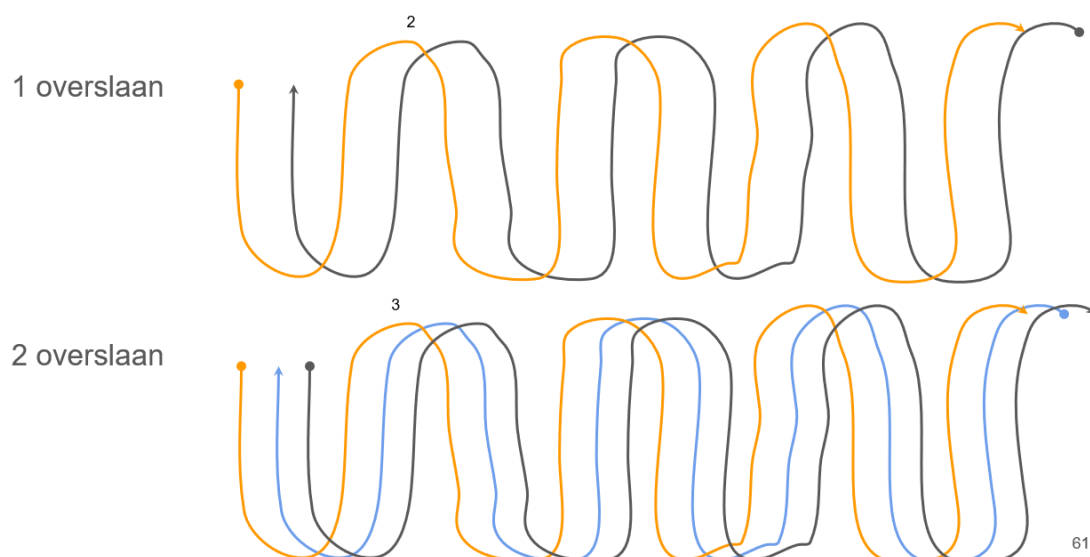


## 2. Aanpak stuurhulp

Mogelijkheden met stuurhulp:

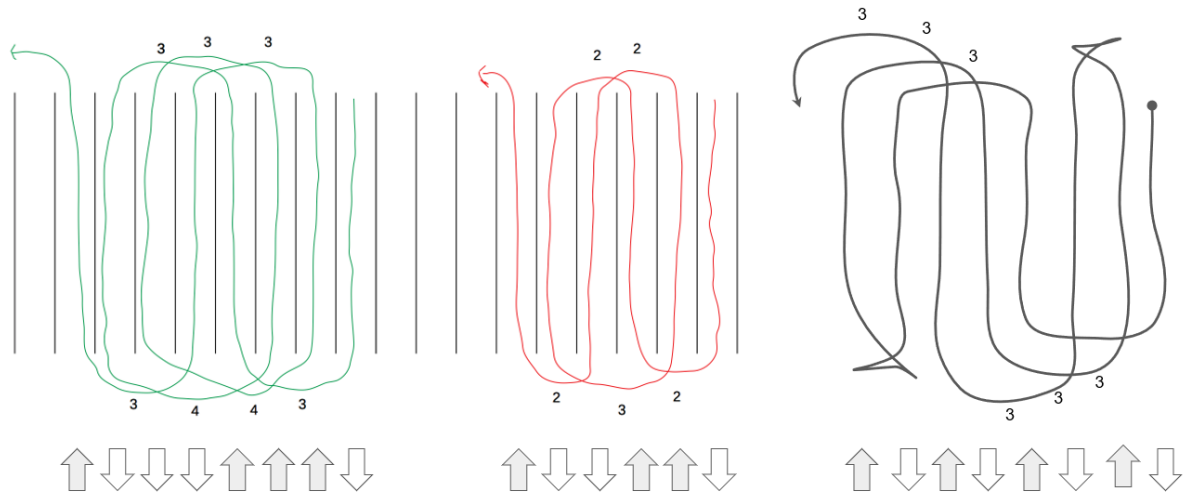


Draaien zonder keren vb.





plaatselijke combinaties ifv in- en uitzetten



62

#### Boodschappenlijst voor visuele stuurhulp:

Item	prijs
<b>Essentieel:</b>	
simpleRTK2B + antenne	280
windows tablet	300-600
flepos-abonnement	0
totaal	600-... euro
<b>Optie / al aanwezig?</b>	
router RUT955	250
smartphone	100-...
data-abonnement	10/md-...
tablethouder	25-...
lange USB-kabel	10-...

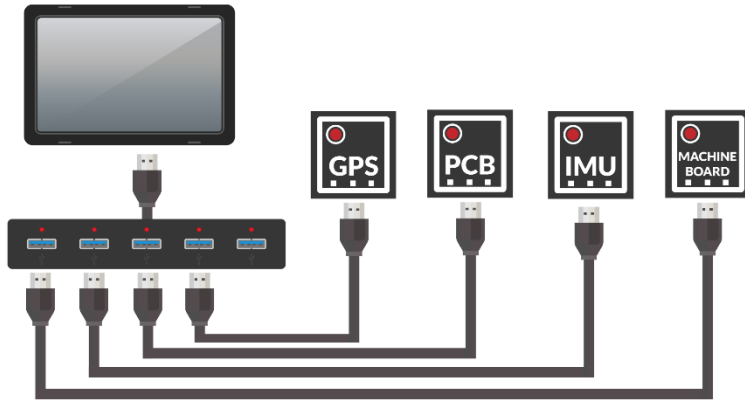
#### USB en alternatieven

zie ook <https://github.com/farmerbriantee/AgOpenGPS/tree/master/Support/Wirings>

#### USB

- makkelijke 1 op 1 verbindingen (GPS, autosteuer, ...) beheerd door AgIO
- (indien verbroken, herstart AgIO nodig)
- USB-hub nodig
- niet draadloos, kabels niet , levensduur





### Bluetooth

- zoals USB maar draadloos
- zeldzaam maar deconnecties mogelijk
- bv. HC-05 module of <https://www.ardusimple.com/product/bluetooth-module/>

### Ter info

<https://www.ardusimple.com/product/bluetooth-module/>

Afstemming 'baudrate' GPS-bluetooth modules nodig

bv. 115200

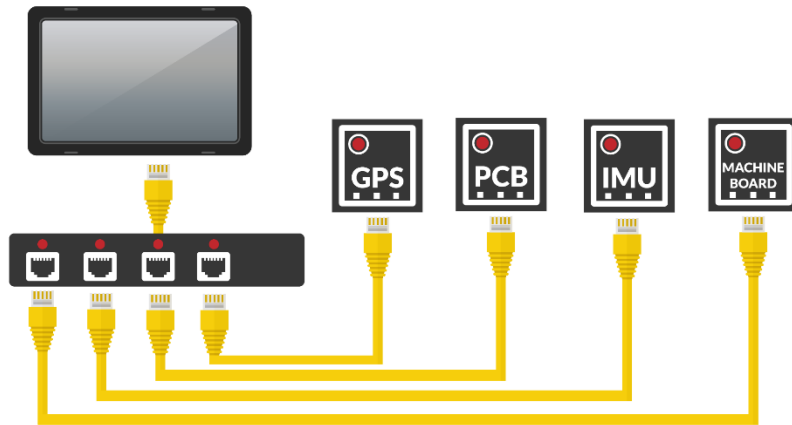
- bluetooth-module moet aangepast: <https://www.ardusimple.com/changing-the-baudrate-of-ardusimple-bluetooth-module/>

bv. 38400

- SimpleRTK2b moet manueel anders ingesteld in ucenter

### Ethernet/UDP

- netwerkcommunicatie, oneindig uitbreidbaar
- indien verbroken, automatisch herconnectie - meest betrouwbaar
- lengte kabels niet van tel
- 'ethernet switch' nodig en netwerk in te stellen - bv. mobiele router
- bv. GPS-module <https://discourse.agopengps.com/t/f9p-in-ethernet-mode/7979>

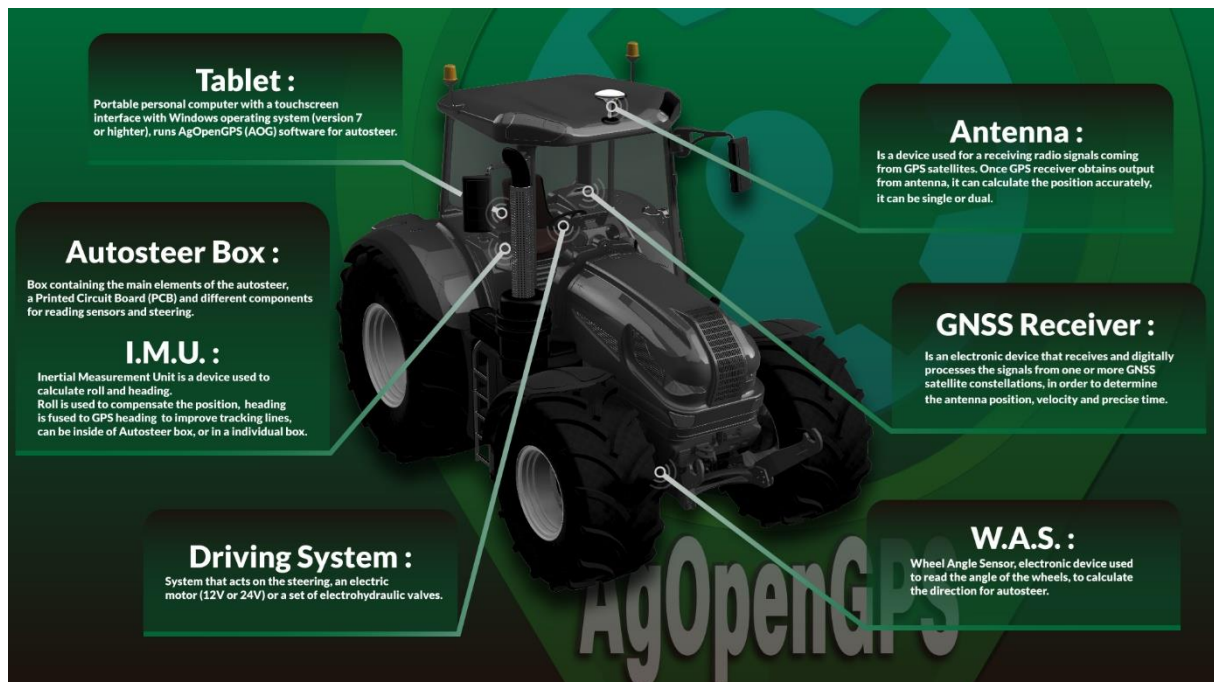


### *Wifi*

- zoals ethernet maar draadloos

onvermijdelijk met verlies van data - meestal af te raden!

### 3. Uitbreidingen



*Ter info: microprocessor-modules*

platformen bv. Arduino, ESP, Teensy, Raspberry, ...

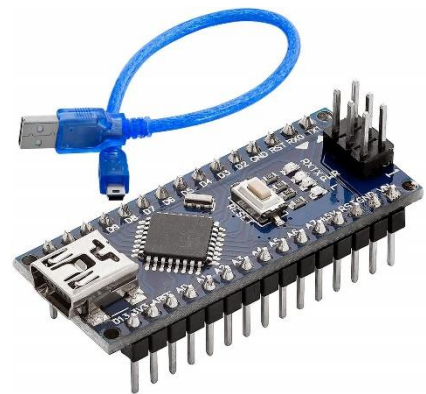
ruggengraat van veel (open source) elektronica-prototypes

programmeertalen C++ (Arduino), C# (Agopengps), Python, JavaScript, ...

code/software uploaden via USB-kabel

code/software delen en samenwerken via [github.com](https://github.com)

bv. Agopengps <https://github.com/farmerbriantee/AgOpenGPS>



#### Arduino

bv. Arduino nano: centrale module voor autosteer e.a. (situatie 2021)

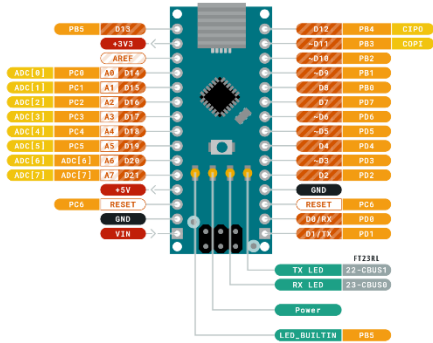
code uploaden met Arduino IDE: <https://www.arduino.cc/en/software>

bv. Agopengps arduino ino-files:

<https://github.com/farmerbriantee/AgOpenGPS/tree/master/Support/ArduinoModules>



## ARDUINO NANO



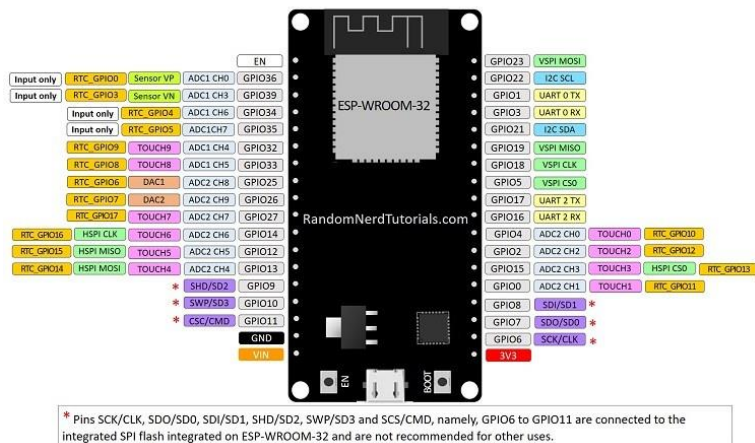
## ESP – Espressif

krachtig, veelzijdig

bv. ESP32: in dual GPS, alternatief voor Arduino

code upload met Arduino IDE mbv add-on, zie <https://www.hackster.io/abdularbi17/how-to-install-esp32-board-in-arduino-ide-1cd571>

## ESP32 DEVKIT V1 – DOIT version with 36 GPIOs



\* Pins SCK/CLK, SDO/SD0, SDI/SD1, SHD/SD2, SWP/SD3 and SCS/CMD, namely, GPIO6 to GPIO11 are connected to the integrated SPI flash integrated on ESP-WROOM-32 and are not recommended for other uses.

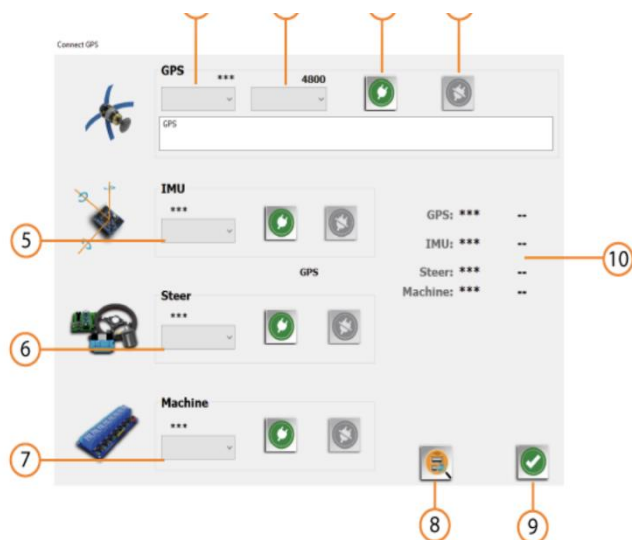
## Teensy

bv. Teensy 4.1: vervanger van Arduino in AgOpenGPS >2022?

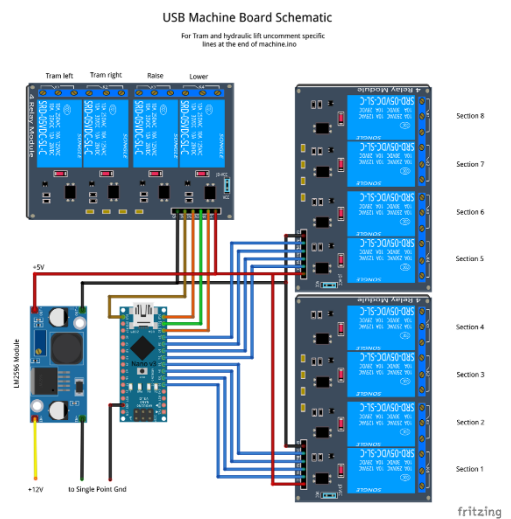
evolutie naar 'lichtgewicht' AgOpenGPS?

<https://discourse.agopengps.com/t/auto-steer-on-teensy-4-1-possible/8072>





2. Machine-controle: sectie aansturing en/of uitlezing, aansturen, heffen/zakken...  
Via arduino 'machine'-module (7)



3. "Externe" 'lightbar' (Gevorderden)  
<https://twitter.com/mnlt18/status/1218865524437745664>  
<https://discourse.agopengps.com/t/external-light-bar/830>  
<http://www.youtube.com/watch?v=EEUBaLJ7Whw>



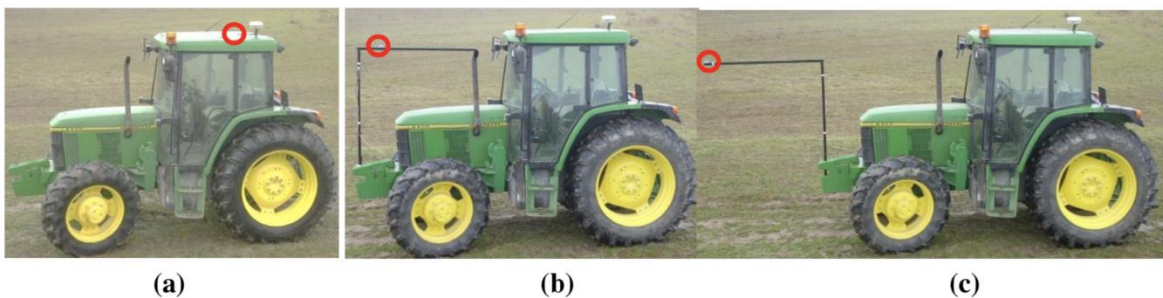
## 4. Autostuur principes en componenten

### 4.1 Principe

Voor een goed systeem zijn er drie essentiële informatiebronnen:

1. **positie:** waar is een bepaald punt van het voertuig?
2. **richting:** in welke richting staat het voertuig?
3. **stuurhoek:** hoe staan de voorwielen?

#### Positie GPS antenne

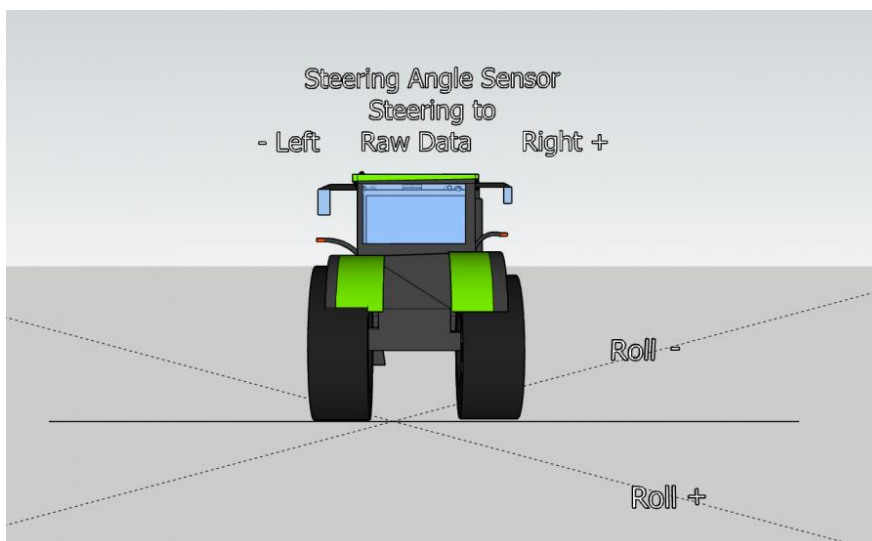


- boven achteras = richting o.b.v. GPS-posities is stabiel
- meer naar voor = afwijking van de lijn wordt snel opgepikt
- compromis enkele antenne: thv vooras
- dual-antenna: kan meer naar achter blijven bv. op cabine

#### Positie – Hellingscorrectie “roll”

meestal noodzakelijk voor hoge precisie - afhankelijk van terrein

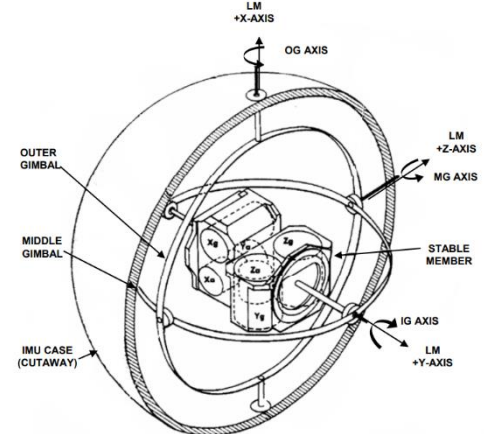
helling ‘roll’ links is -, rechts is +



## Positie – richting “heading”

Verschillende manieren:

- richting GPS-posities van laatste 1 à 2 m
- kompas-module / IMU (inertial measurement unit)
- dual-antenna: 2 vaste referenties op de tractor



## Positie – stuurhoek “steer angle”

‘WAS’ - wheel angle sensor

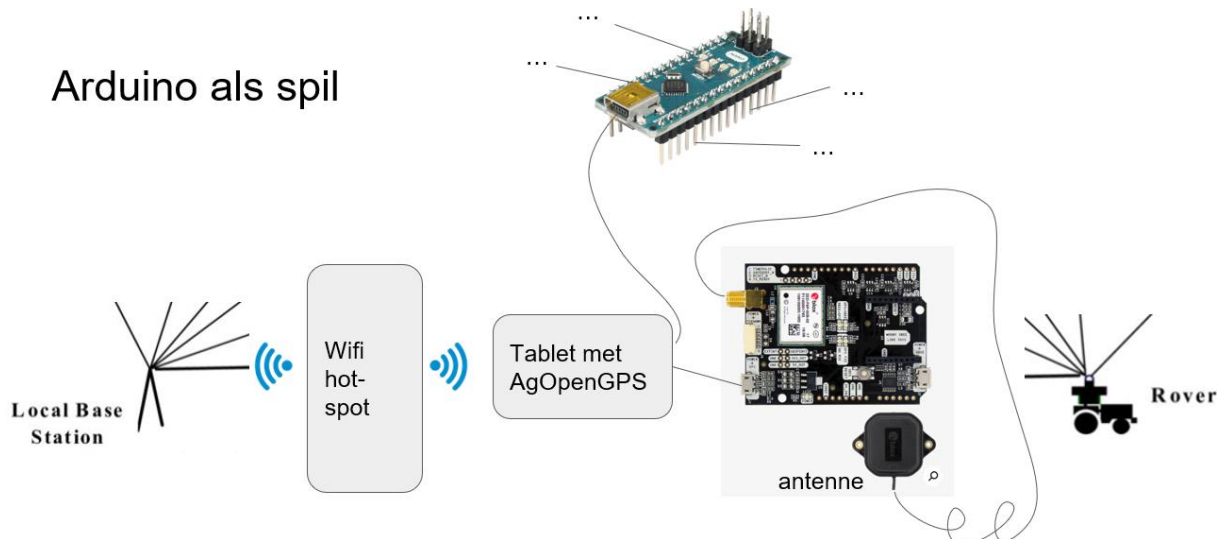
ter hoogte van stuuras

- is links, + is rechts



## 4.2 Sensoren voor informatiestromen

### Arduino als spil



Voor autostuur is de arduino (of vergelijkbare micro processor) de centrale spil. Daarnaast zijn “satelliet”-modules nodig:

Dit zijn kleine modules, specifieke functie, bv sensoren of omzetters. Deze staan in verbinding en communiceren met de microprocessor via protocols als I2C ... via **korte** draden/verbindingen.

3 'soorten' Arduino's

Essentieel:

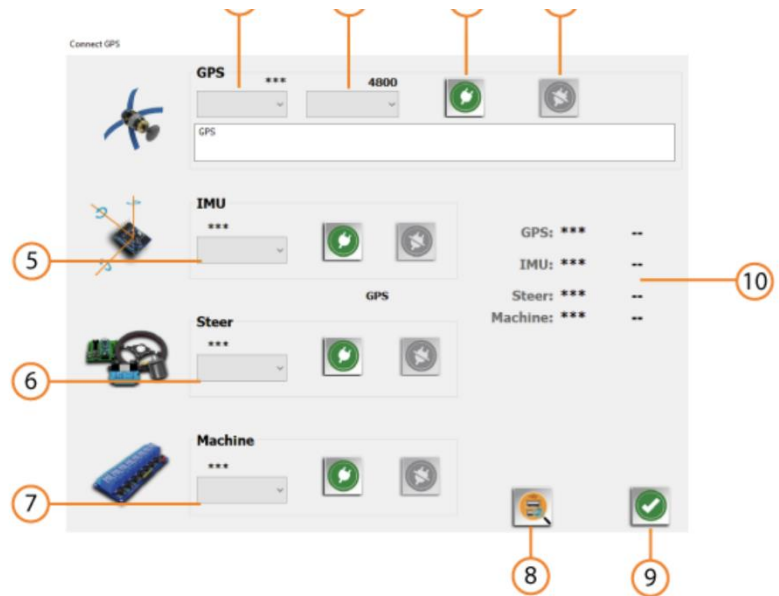
**Steer (6)**

Optioneel:

IMU (5)

Machine (7)

zie diverse schema's github in map  
'Support files'



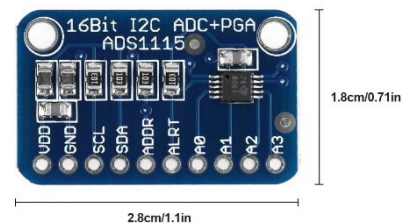
Bijvoorbeeld

**Stuurhoeksensor**

3 draden: GND, +5V, signaal



extra 'ADS 1115' module tussen hoeksensor en Steer-arduino  
leest signaal in met hoge resolutie, zendt naar steer-arduino (6)



## Kompas

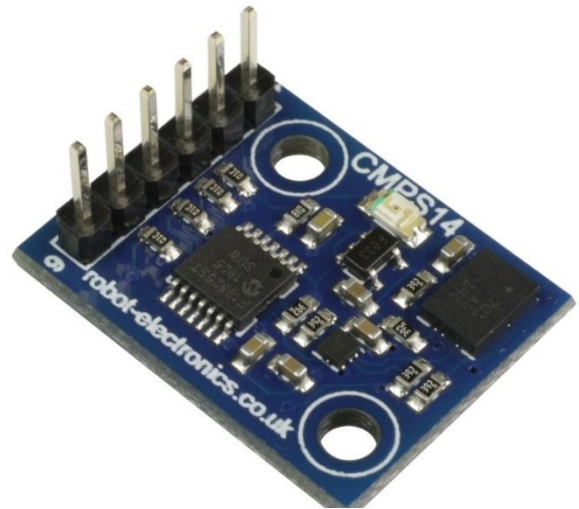
CMPS14-module (of BNO08x)

bepaalt zowel richting als helling

nadeel: drift, gevoelig voor verstoring (metalen)

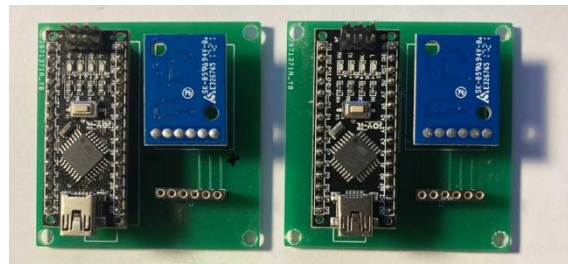
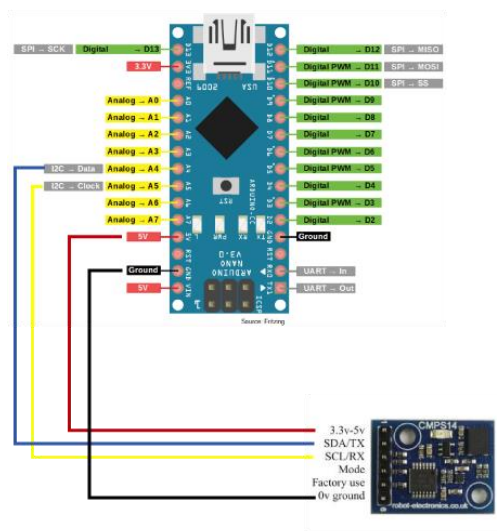
headers nog te monteren (solderen)

op juiste manier oriënteren: helling 'roll' links is -, rechts is +

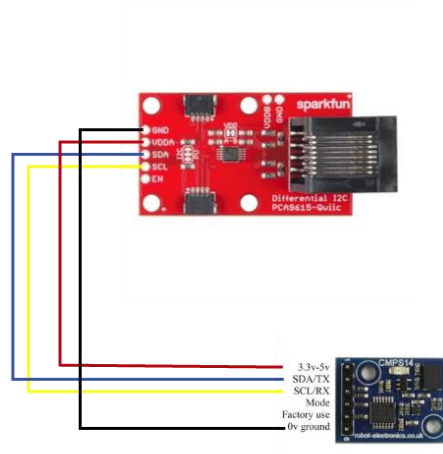


deze sensoren zitten ver weg van motor/autostuur/metaal/... dus 2 mogelijke oplossingen:

- aparte IMU-arduino (5)



- verlengkabel vanaf Steer-arduino (6)
  - ⇒ dan 2x PCA9615 + CAT6-kabel nodig
  - ⇒ voordeel: kabel mag zeer lang zijn bv. op dak cabine





## Met 1 Antenna: problemen met richting

Redenen:

richting GPS-posities van laatste 1 à 2 m

- antenne op de neus 'waggelt' - nog evt. te voorkomen

kompas-module / IMU (inertial measurement unit)

- drift, nog steeds beweging nodig als referentie absolute richting

=> problematisch bij zeer lage snelheden (< 1 km/u)

=> oplossing: dual antenna

- positie, richting, helling
- richting altijd juist - zelfs in stilstand
- oplossing voor autostuur zeer traag (< 1 km/u)

bv. AgLeader Paradyne, ...



Figure 3-6 Attach Roof Module

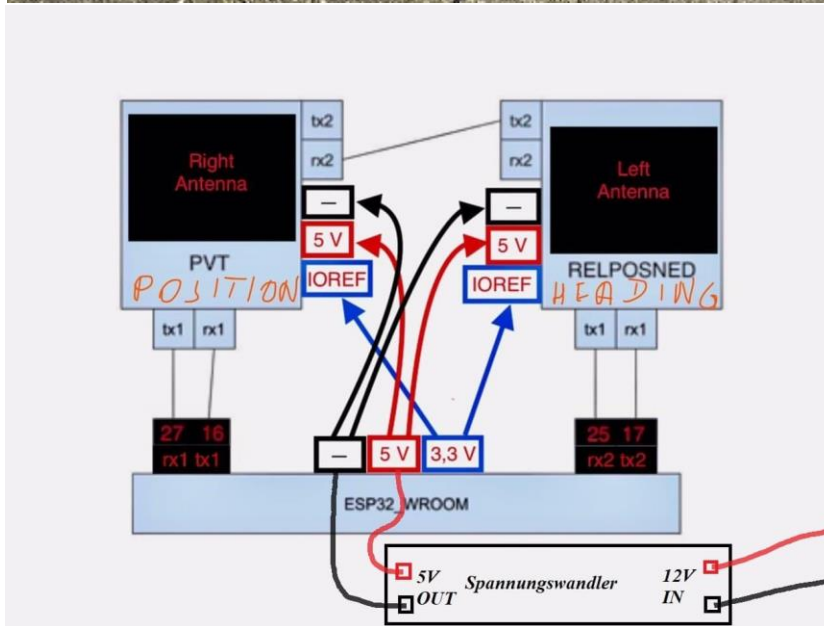
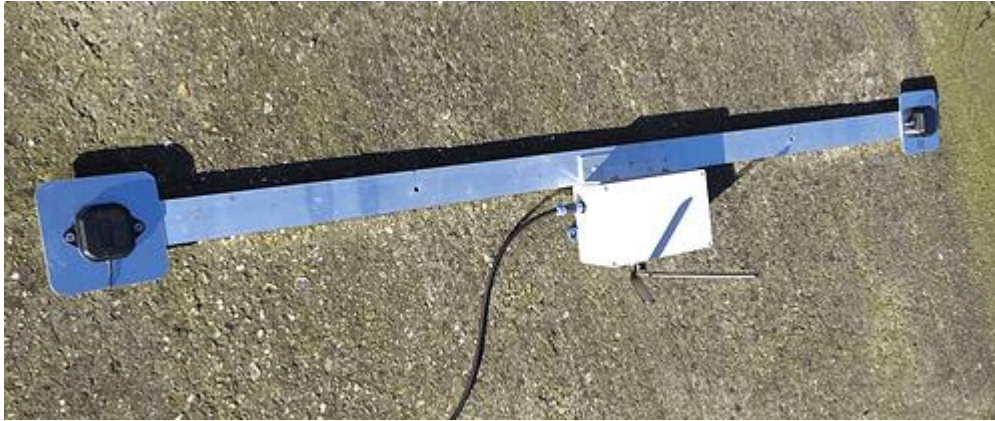


Zelfbouw dual antenna:

Benodigdheden:

- 2x RTK-module + 1x ESP32
- code:  
[https://github.com/mtz8302/AOG\\_GPS\\_ESP32](https://github.com/mtz8302/AOG_GPS_ESP32)  
of  
<https://github.com/Jeep1945/Dualheading-2022>

zelf bedraden: zie schema's



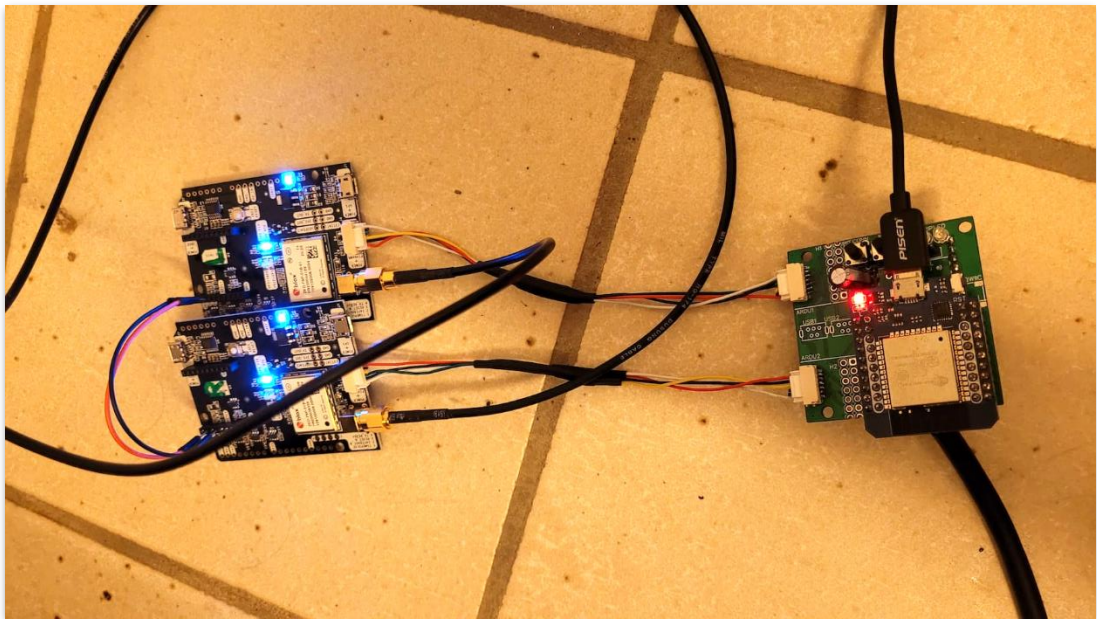
PCB's (bestellen + solderen):

met NodeMCU32s <https://discourse.agopengps.com/t/dual-gps-pcb-v1-4/5222>

met Wemos mini ESP32

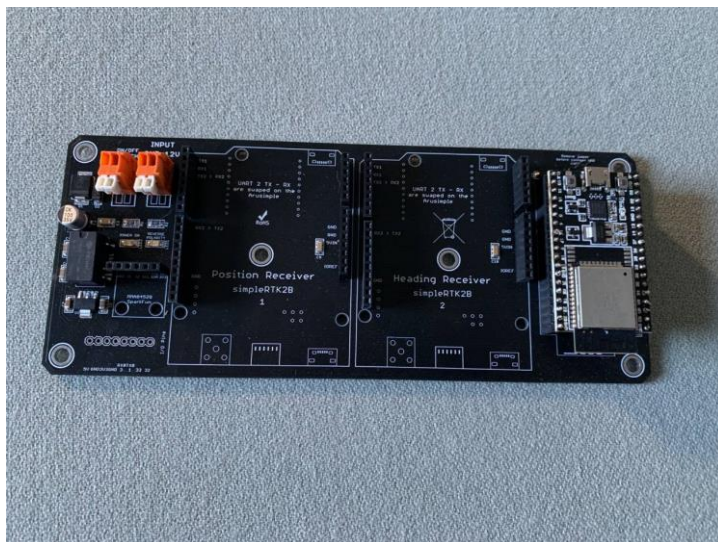
[https://github.com/GormR/HW\\_for\\_AgOpenGPS/tree/main/rooftop\\_unit](https://github.com/GormR/HW_for_AgOpenGPS/tree/main/rooftop_unit)





Dual antenna – kant en klare PCB's:

<https://www.autosteer.cc/produkt/dual-heading-platine-esp32-ohne-esp32-dev-kit-c/>



Of commerciële oplossingen:

- Septentrio Mosaic – H
- Bynav

<https://www.autosteer.cc/produkt-kategorie/ardusimple/dual-rtk-empfaenger/>

<https://www.autosteer.cc/produkt-kategorie/bynav-dual-heading-receiver/>

### 4.3 Van meten naar uitvoeren

Er is 2-wegverkeer (communicatie) nodig tussen Steer-arduino en AgOpenGPS:

- Arduino zendt synthese van de informatiebronnen
- AOG zendt ideale stuurhoek terug
- Arduino stuurt met deze info de 'motor-driver' aan

#### Motor driver

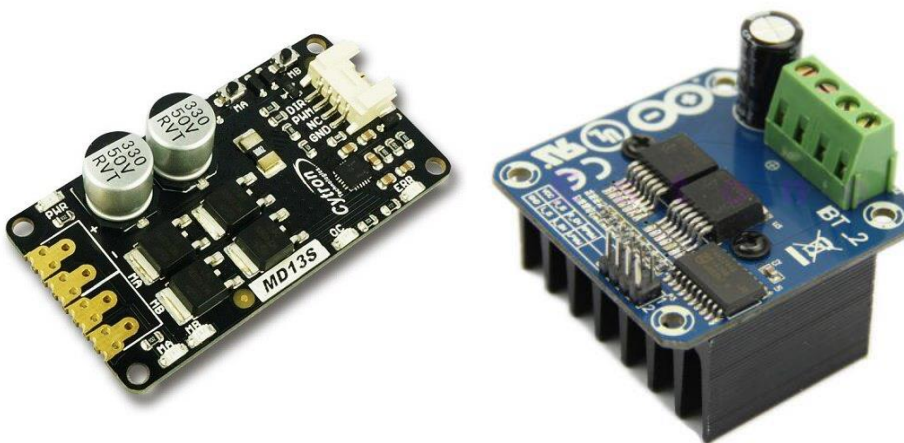
zet signaal Arduino om in stroom voor motor (1) of hydraulisch ventiel (2)

connecties: signalen, 12V+ en GND in, motorA en motorB uit

bv.

Cytron MD13S

IBT2



#### (1) Stuurmotor

rolt stuurwiel ene of andere kant op

voordelen:

- zelf bouwbaar, goedkoop
- zichtbare werking
- eenvoudig handmatig ontkoppelen

bv. Phidgets 3269\_3

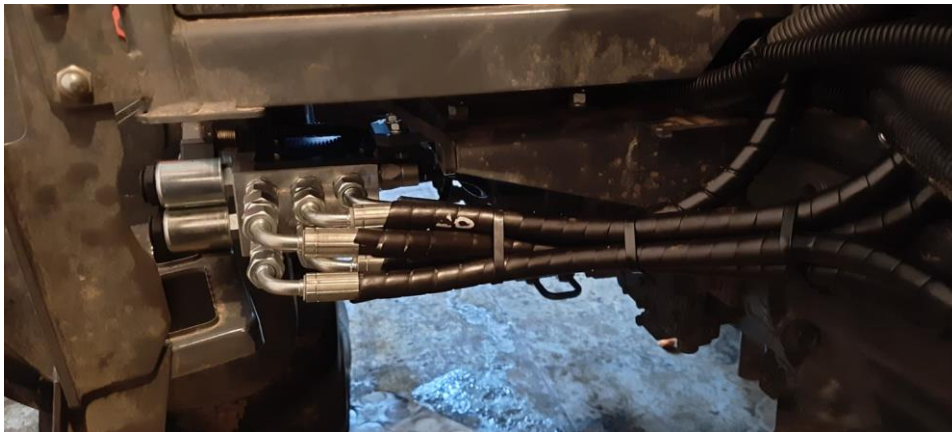


## (2) Hydraulische sturing

werkt direct in op 'orbitrol' en stuurcilinders maar niet per se met meer precisie voordelen

- rechtstreekser werking
- netjes, plaatsbesparing cabine

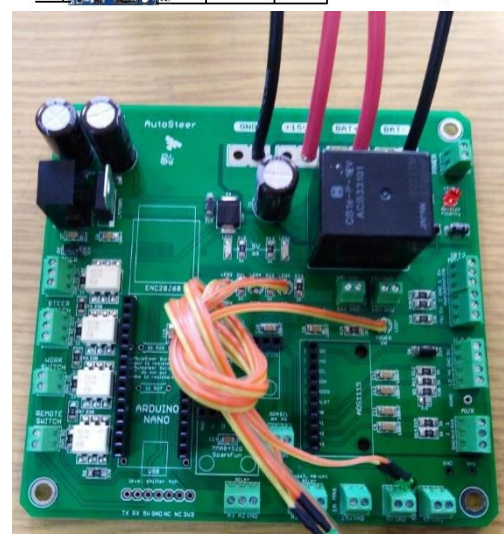
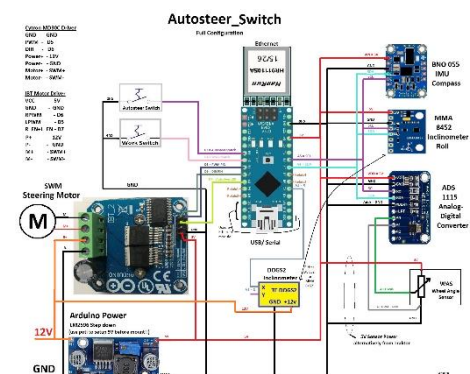
motor/ventiel? advies: begin simpel en hou het veilig



### Autostuur PCB

Waar vroeger (2019) alle modules zelf geconnecteerd moesten worden, wat een complex gegeven is (zie figuur), bestaan er tenenwoordig kant en klare PCB's met:

- alle connecties al gemaakt zijn
- geoptimaliseerde voeding wat de stabiliteit ten goede komt
- headers voor de arduino, de satelliet modules e.d.
- (bijna) universele aansluitingen voor alle configuraties



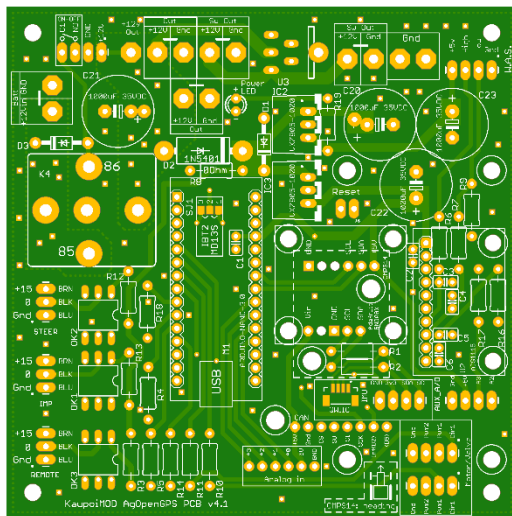
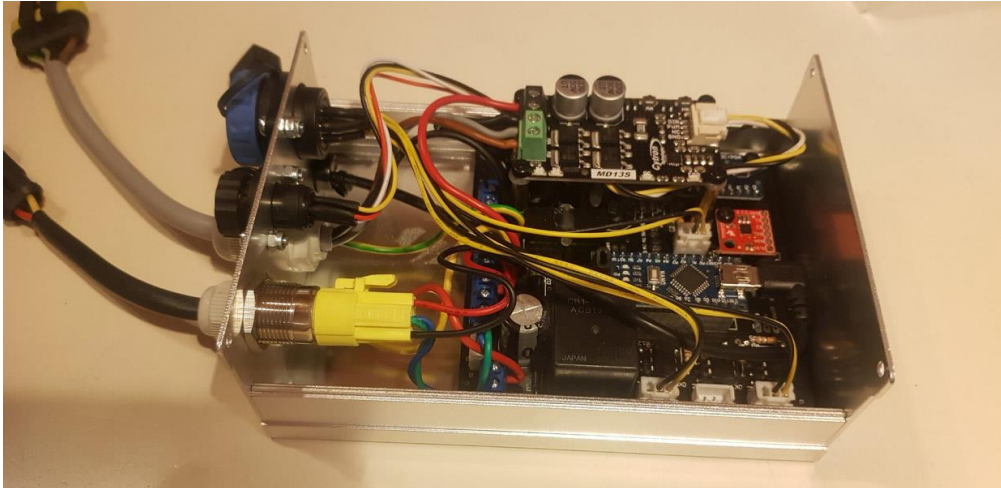


Alternatief kun je ook zelf een PCB ontwerpen of laten maken op basis van ondersteunende versies op bv. <https://github.com/farmerbriantee/AgOpenGPS/tree/master/Support/PCB>

Enkele mogelijkheden:

- PCB v2: <http://www.youtube.com/watch?v=BXys4PYzAFQ> (video van v2)
- KaupoiMOD

Compact, printplaat schuift in metalen doos...



- GoRoNb central unit  
(te) moeilijk!  
SMD = (bijna) pre-assembly PCB  
arduino, motor driver, connectoren geïntegreerd op PCB  
v2, v3 in ontwikkeling, zie [https://github.com/GormR/HW\\_for\\_AgOpenGPS](https://github.com/GormR/HW_for_AgOpenGPS)

printplaten online bestellen bv. <https://jlcpcb.com>, componenten idem bv. Digikey, Mouser, ...  
handleidingen op github, assemblage filmpjes youtube, topics discourse, ...

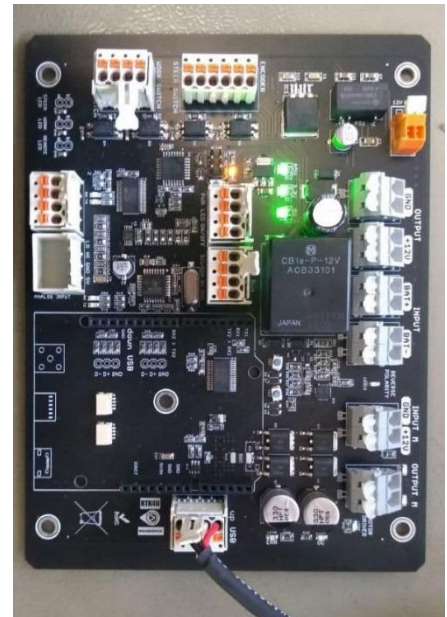
## PCB kant en klaar

bv. webshop Andreas Ortner (landbouwer AT)

<https://www.autosteer.cc/shop/>

‘AgOpenGPS set’ op maat samen te stellen: GPS-ontvanger, PCB, IMU, WAS, machine-relais, behuizing, motor, connectoren, kabels, ...

+/- 1200-2000 euro



## 5. Autostuur installeren

### 5.1 Setup arduino

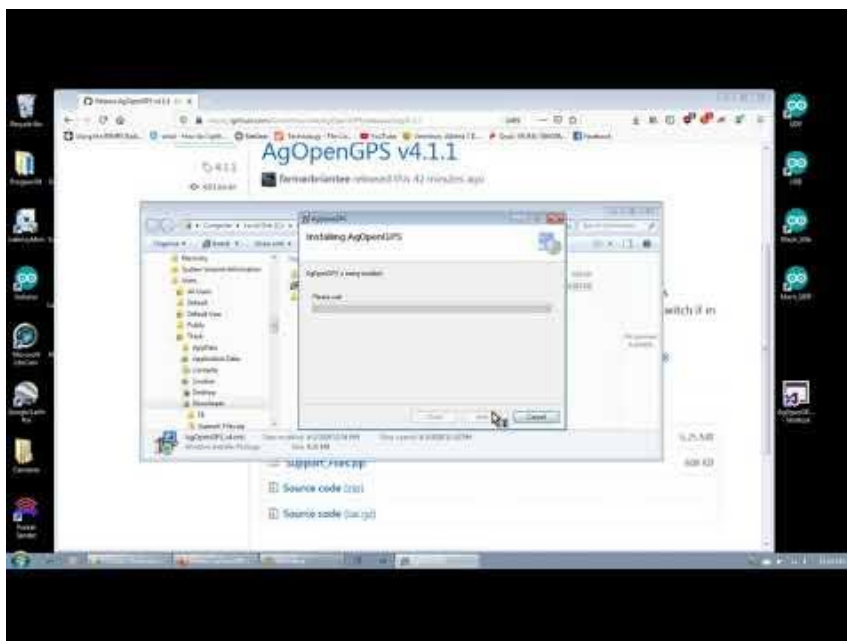
installeer Arduino IDE: <https://www.arduino.cc/en/software>

open Autosteer\_USB\_v5\_0.ino (of ander)

<https://github.com/farmerbriantee/AgOpenGPS/tree/master/Support/ArduinoModules/InoFiles>

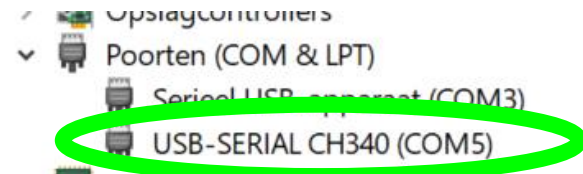
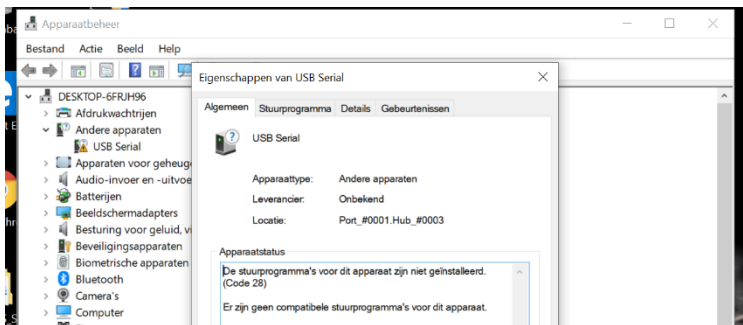
sluit Arduino aan via USB > Hulpmiddelen > Board, Poort

Upload (pijl naast vinkje). ‘Uploaden voltooid’, dan OK

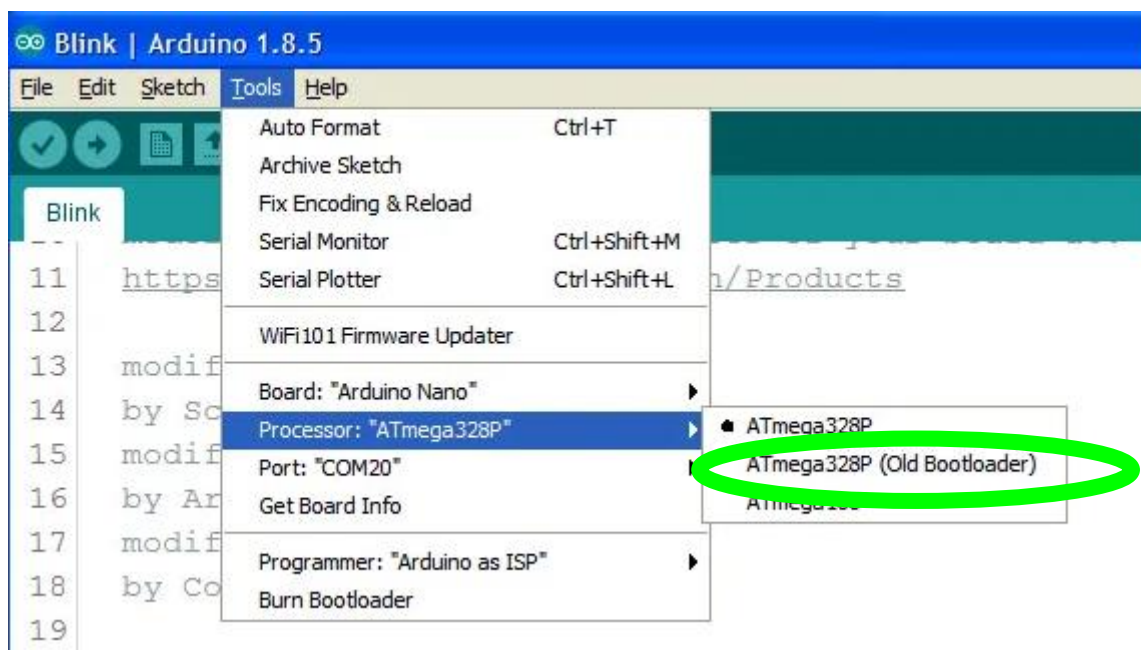


*Ter info*

- installatie driver 'CH340' kan even duren, ofwel manueel te installeren.  
COM-poort beschikbaar: dan gelukt.



- Upload kan bij clone-versie mislukken, kies in menu voor old bootloader en probeer opnieuw:



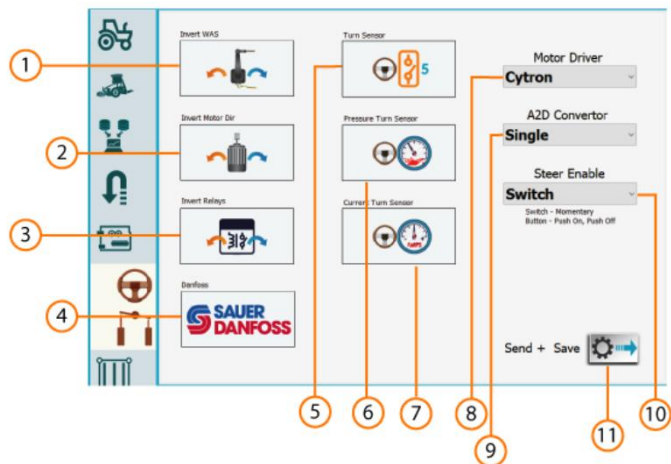
- Xloader: upload met shortcut zonder Arduino IDE:  
<https://discourse.agopengps.com/t/arduino-help/8184/3>



## 5.2 Setup arduino in AgOpenGPS

sluit Arduino IDE, start AgOpenGPS. AgIO  
Steer > COM v/d USB-poort, Connect

configureer instellingen (zie manual.pdf)  
en **Send+Save** (11)

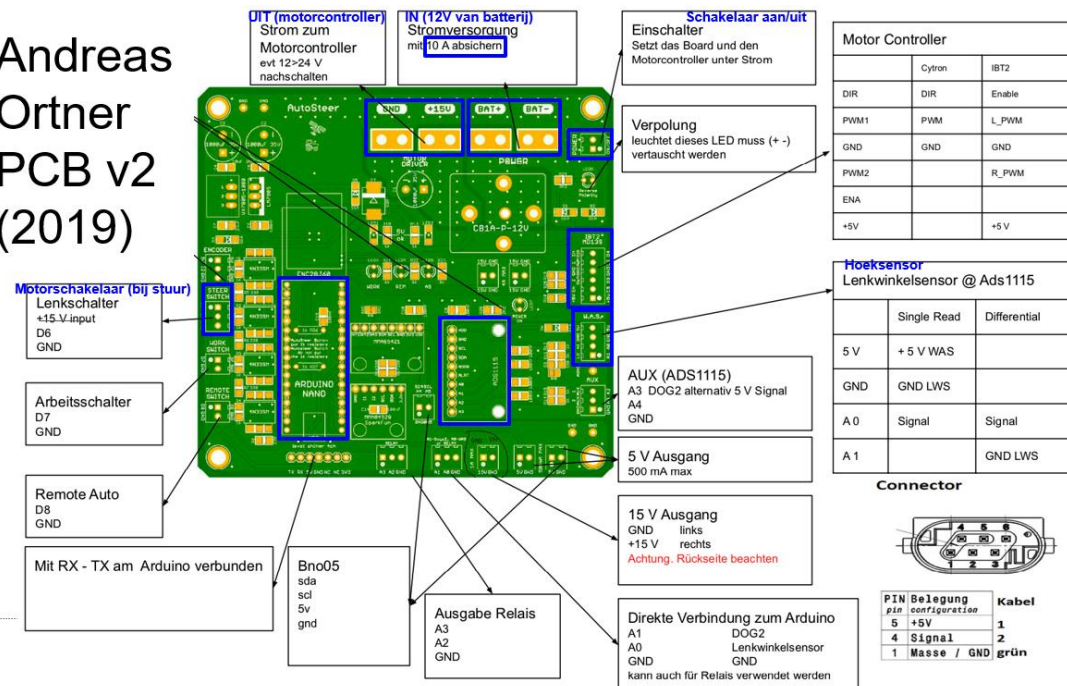


## 5.3 Setup PCB, modules en connecties

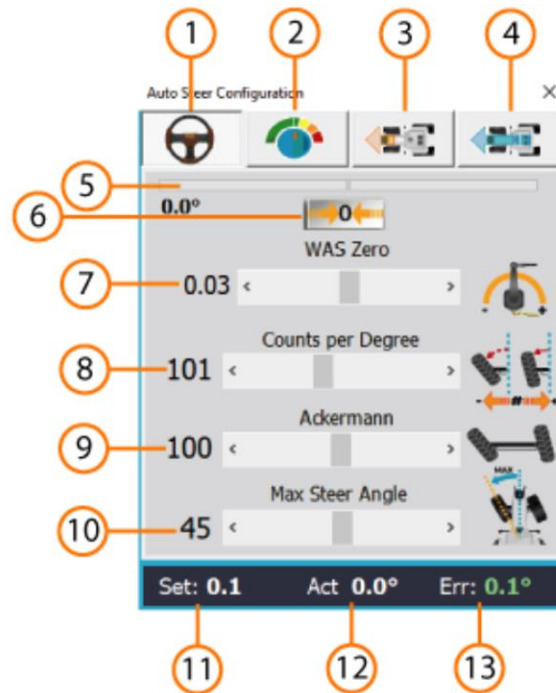
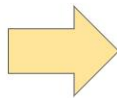
zie vb. met PCB v2 (2019)

bv. bij [www.autosteuer.cc](http://www.autosteuer.cc) ondersteuning via homepagina (Duits?)

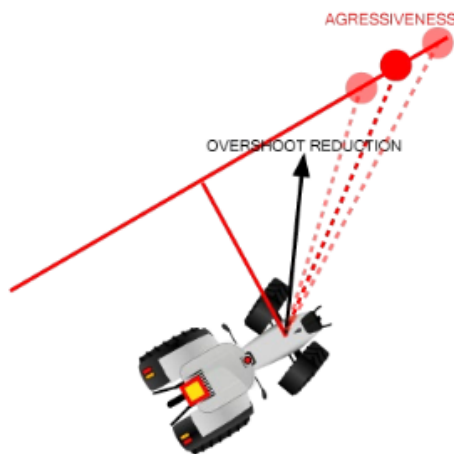
Andreas  
Ortner  
PCB v2  
(2019)



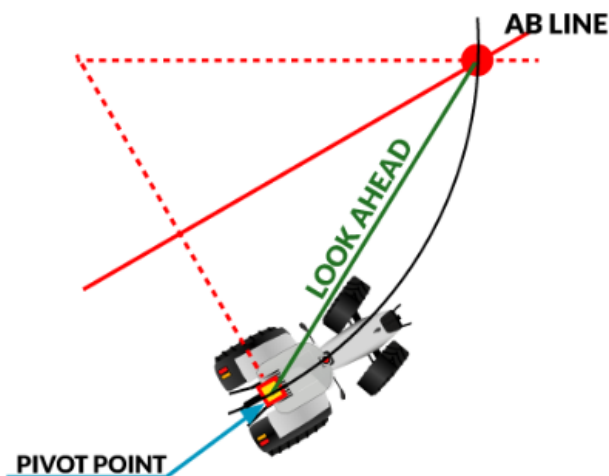
59



## Stuuralgoritmes



Stanley method use the front axle as its reference point. Meanwhile, it looks at both the heading error and cross-track error. In this method, the cross-track error is defined as the distance between the closest point on the path with the front axle of the vehicle.



Pure Pursuit mode uses a look-ahead point which is a fixed distance on the reference path ahead of the vehicle as follows. The vehicle needs to proceed to that point using a steering angle which we need to compute. In this method, the centre of the rear axle is used as the reference point on the vehicle.

## Checklist instellingen autosteer

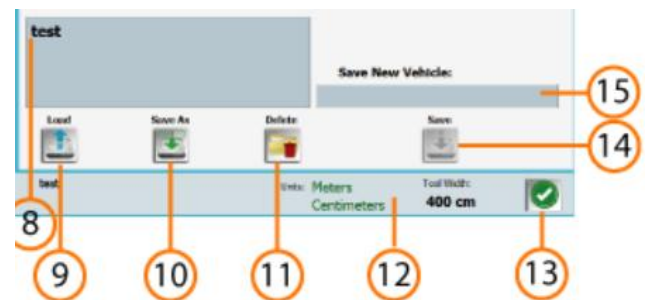
- nulpunt helling 'roll zero' instellen  
controleer helling (L-, R+) op het vizier
- perifere knoppen al of niet activeren: steer switch, work switch



- stuurhoek WAS stabiele waarden in rust  
nulpunt stuurhoek 'WAS zero' instellen - in de toekomst opnieuw in geval van drift  
controleer stuurhoek (L-, R+)

!! zeer belangrijk: nulpunt stuurhoek juist. Foute stuurhoek zul je merken als tractor neiging heeft vaker aan 1 kant van de navigatielijn af te wijken. Mogelijk ook wat drift door mechanische speling of in elektrisch signaal, daarom ook later in de gaten houden en eventueel nulpunt bijstellen.

- instellen diverse:  
max stuurhoek (bv. 30°)  
aantal per graad / counts per degree  
fijninstellingen stuuralgoritme



**tevreden? sla voertuig apart op!** Fijninstellingen afh. v. snelheid, werktuig, ...

## Fijninstellingen stuuralgoritme

### 1) instellingen in stilstand

gebruik dit schermje om gewenste stuurhoek in te stellen  
snelle actie-reactie zonder resterende 'Err', ook na bv.  
maar 1° verandering  
verander o.a. P en MinPWN om te bereiken



### 2) fijninstellingen rijdend, ondervinding

let op snelheid bereiken lijn, 'overshoot', ...

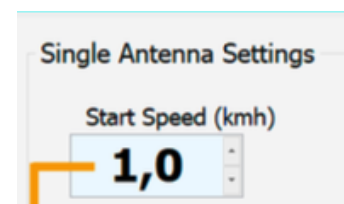
verander reactiviteit motor (tab 2 met P, Max, Min, ...)  
of rijgedrag (tabs Stanley of Pursuit)

leer uit deze demonstratie: <https://www.youtube.com/watch?v=3SdvYgx8HHc>

*Ter info: motor draait niet?*

mogelijke redenen:

- 'work switch' motorschakelaar niet aan (Arduino pin A6-GND)
- snelheid GPS/simulator onder minimale snelheid (Arduino standaard 1 km/u)



- Autostuur knop rechtsonder niet aan
- connecties stuurhoeksensor fout?
- stroomtoevoer? L/R knoppen op Cytron MD13S om te testen

## 6. Opbouw tractor

### !! op eigen verantwoordelijkheid

vaak makkelijker op oude tractoren

ga voor (over)capaciteit en veiligheid:

- mechaniek stevig, robuust, ontkoppelbaar
- elektronica vast, stofvrij, (trillingsvrij)

stroomtoevoer en -kabels gedimensioneerd, beschermd, gezekeerd  
 'het is maar 12V' ... niet! (watt = volt x ampere)

### Hoeksensoren

overzicht: <https://discourse.agopengps.com/t/steering-angle-sensors/123>

enkele opties:

'Delphi ER10031' bv. <https://www.amazon.com/Delphi-ER10031-Headlight-Level-Sensor/dp/B0089RT00W>

<https://www.rockauto.com/en/catalog/cadillac,2009,cts,3.6l+v6,1442758,suspension,ride+height+sensor,17137>

'(cadillac) headlight sensor', 'headlight level sensor', 'suspension height sensor' bv.  
[https://www.jansenlarodemontage.nl/epages/62878179.sf/nl\\_BE/?ObjectPath=/Shops/62878179/Products/Ir033256](https://www.jansenlarodemontage.nl/epages/62878179.sf/nl_BE/?ObjectPath=/Shops/62878179/Products/Ir033256)

werk liefst met bolgewrichten - bv. zit bij Delphi sensor



Ter info: Ackermann-principe

zelfde bocht L/R: wielhoek  $\neq$

van belang bij curves, draaien kopakker

effect minimaal houden door correcte montage sensor:

wielen vooruit  $\approx$  midden vh bereik sensor

wiel volledig L en R benut even groot deel vh bereik

in AgOpenGPS ook correctie mogelijk:

bij stuurhoeksensor op rechterwiel:

rij naar rechts cirkel 'REC' - vergelijk steer angle en 'Act'

verander counts per  $^{\circ}$  tot overeenkomst, doe aantal keer

rij linkse cirkel, pas ackermann aan tot overeenkomst

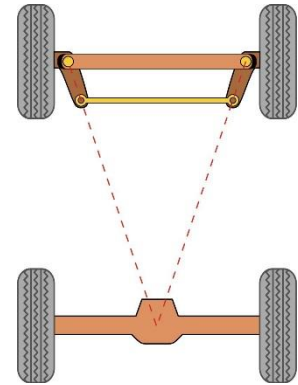
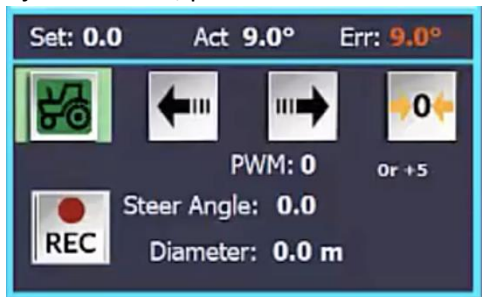
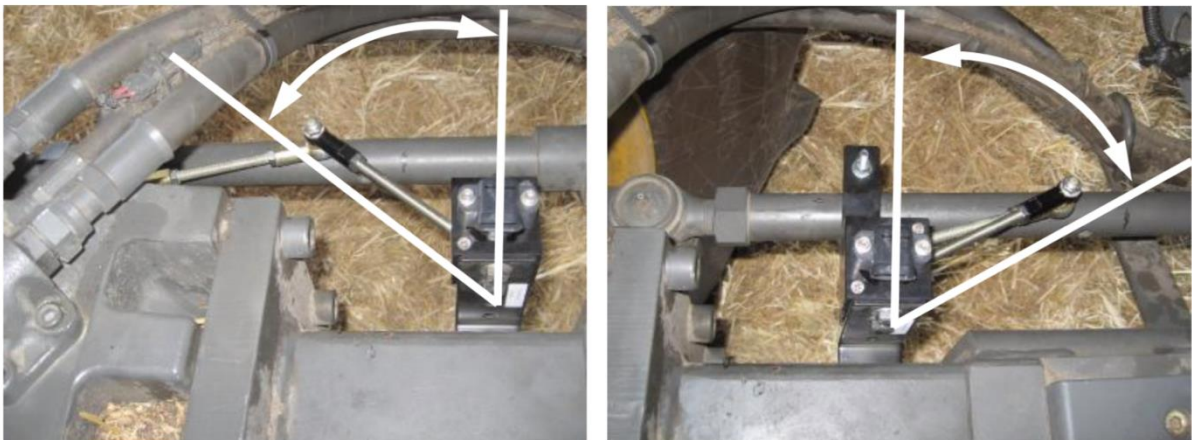


Figure 4 Left to Center Movement is Equal to Right to Center



<http://www.manualsdir.com/manuals/401128/ag-leader-john-deere-8xxx-series-wheel-angle-sensor-installation.html?page=2>



**Figure 1**      **Example of Good Wheel Angle Sensor Installation**

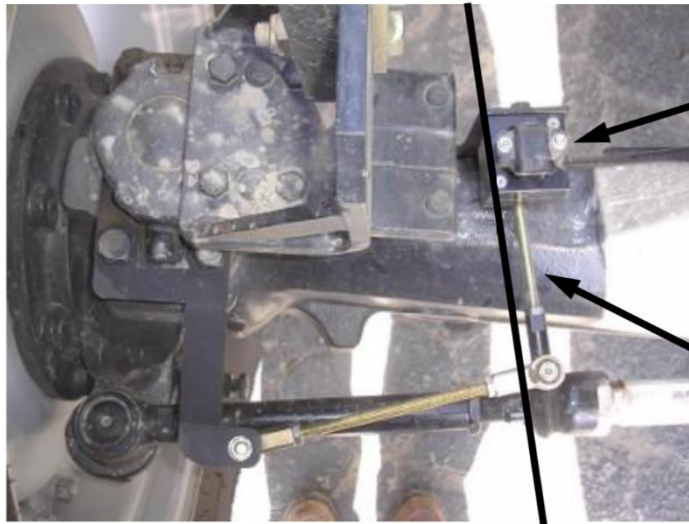




**Figure 3 Wheel Angle Sensor Motion Pivot Point Matches Steering Axle Pivot Point**



**Figure 5 Wheel Angle Sensor Rod In-line with Connector when Steering Mechanism is Straight Ahead**



Potentiometer Connector

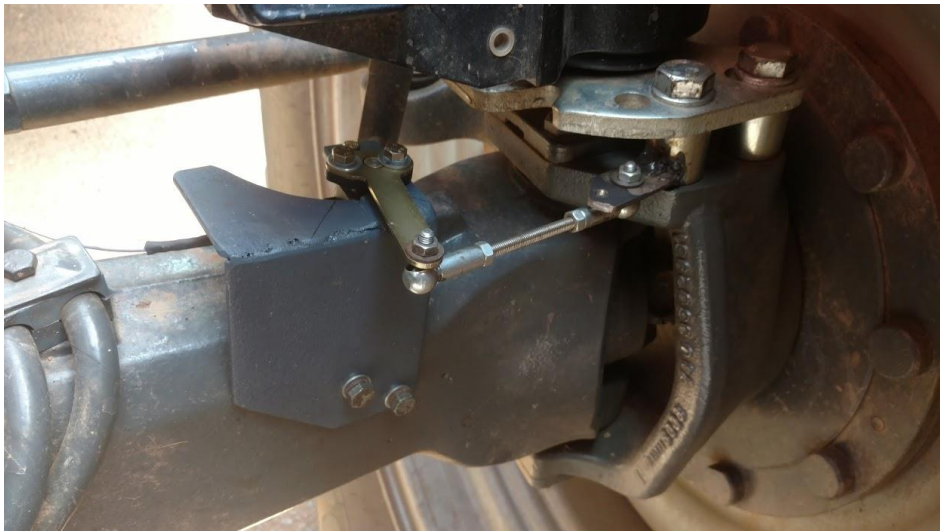
Wheel Angle Sensor Rod

Voorbeelden:









### **Andere optie: bv. aftappen ingebouwde sensor NH**

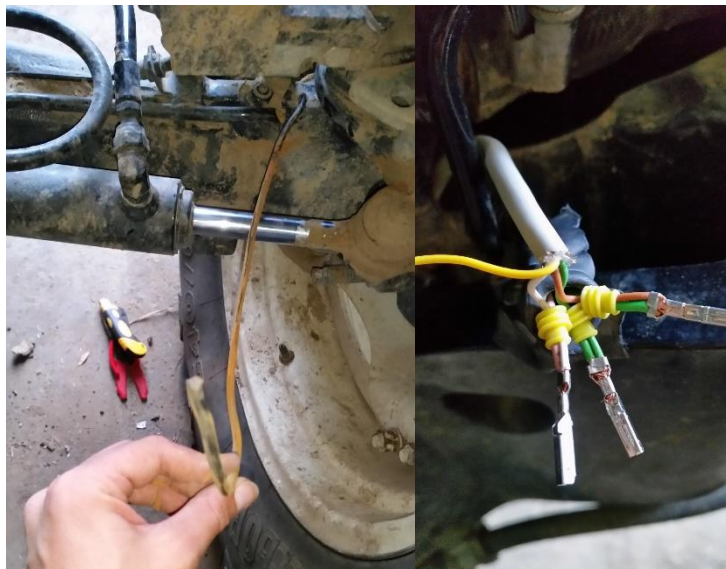
bestaande connecties behouden

0V en signaal (0-5V) identificeren met multimeter

deze 2 draden naar PCB leiden

in arduino setup

'ADS differential mode'



### **Stuurmotor**

minstens 300 rpm bij 12V (snelle draai kopakker)

kracht: bv. 5 kg.cm (5 Nm), bv. 2A continu met 'stalled' piek 10A

bv. Phidgets 3269\_3

met 24V motor de keuze: trager 12V of met omvormer 24V voor snel draaien

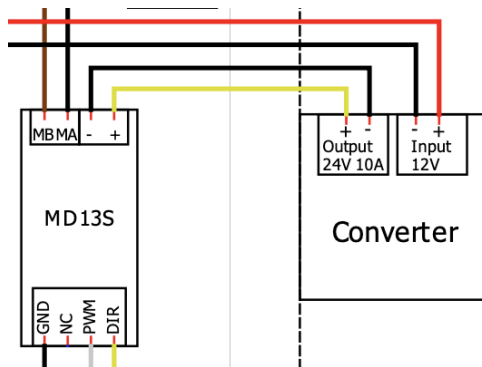
tips <https://discourse.agopengps.com/t/dc-motor-model/784/4>

### **Stuurmotor – 12V – 24V omvormer**

in combi met Phidgets 3269

snellere reactie mogelijk bv. kopakker

<http://www.youtube.com/watch?v=C25POQjRt34>



## Stuurmotor – aangrijping

aangrijping

- (rubber) loopwiel op stuur: eenvoudig
- tandwielsysteem metaal?
- 7. 3D-geprint tandwielsysteem



### Felge als Aluminum plus Schaumrad – 1 Stück

50,00 €

exkl. 20 % MwSt. zzgl. Versandkosten

Vorrätig

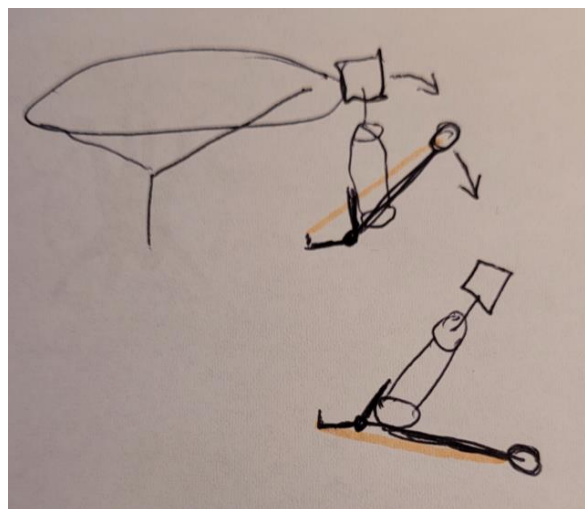
1 In den Warenkorb



## Stuurmotor – steun

- laswerk en bricolage
- 3D-geprint van bestaand ontwerp

buiten werking sturen met gekoppelde motor  
werkt niet soepel, dus bijna altijd met wegklap-  
mechanisme nodig



3D geprinte componenten?

materiaal: PTU? , PETG, (ABS), ...



bv. 3D-print openbaar ontwerp (.STL files)

<https://discourse.agopengps.com/t/universal-fit-gear-system-with-quick-tach-motor-holder/6579/114>

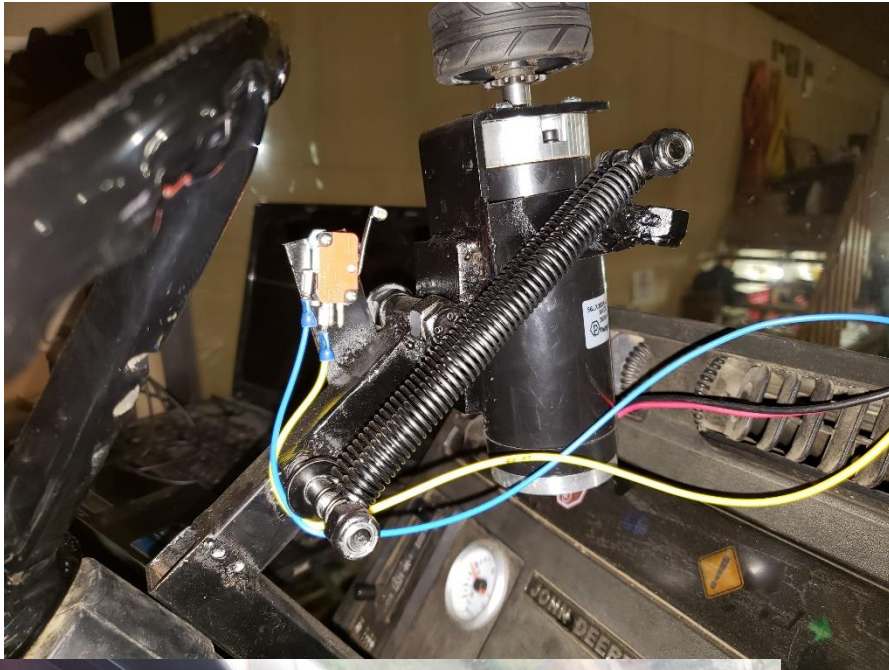
nog voorbeelden op <https://cerea-forum.de/filebase/>

<http://www.youtube.com/watch?v=8WydeGgRCq8>

Voorbeelden:









<http://www.youtube.com/watch?v=N1OL9TWBWsg>

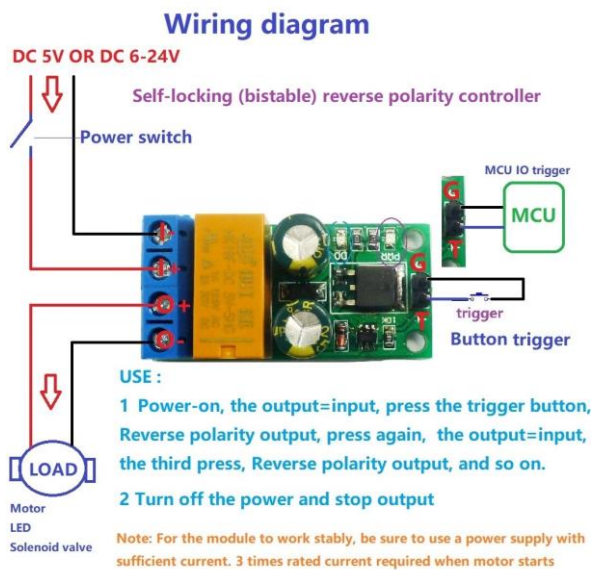
<http://www.youtube.com/watch?v=dmcUOEYKp9Y>



<http://www.youtube.com/watch?v=L7mmLBCUwbo>

voorbeeld van een ad hoc wegklapmechanisme met actuator en polariteits-controller





## 8. Tips & tricks installatie

### Stroomvoorziening

aansluiting gezekerd op 20-30A of min. 15A

- na aanwezige batterij-onderbreker: handig
- rechtstreeks vanaf batterij: voorzie eigen zekering + onderbreker

onderbreker of hoofdschakelaar: steeds 12V+ afschakelen (lekstromen!)

2,5mm<sup>2</sup> (of meer) per ader, machinekabel bv. H07RN-F. Motorkabel min. 1,5 mm<sup>2</sup>

belangrijk: tablet-oplader op zelfde stevige GND aansluiten als autostuur en motor (mogelijk aardlus en onderbrekingen USB-connectie) bv. installeer extra aansteker-contactdoos



### Datakabels

kort houden bv. USB < 5m

kabels naar bv. WAS robuust of 'shielded' om ruis/verstoring te vermijden of als pantser  
bv. LIYCY ...x0,25 mm<sup>2</sup>

UDP/ethernet lost beide zorgen op: mag lang zijn

"Wat is er mis met deze kabel/sensor/...?" => multimeter!

## Doorvoer kabels

zelfbouw: makkelijk met wartels PG9-PG11-...-P19

wandconnectors

bv. voor GPS-antenne: coax SMA-verlengkabel  
RG 174 of RG 316

<http://aliexpress.com/item/4000245307369.html>

<https://www.amazon.nl/gp/product/B086J9GZV7>

te overwegen: geen doorvoer meer, alles met connectors, bv.  
ter inspiratie extreem vb.:

<https://discourse.agopengps.com/t/multiplugs/8375>



## Connectors

wago **lasklemmen** (ipv schroefklemmen): handig, enkel voor in doos

**kabelschoenen**: kies de juiste. bv. aansluiting op batterij. crimpen (+soldeer)

**AMP** automotive: courant, vlot tot 1 of 1,5 mm<sup>2</sup>, tot 12A (licht voor stuurmotor). crimpen (+soldeer)

**Delphi** connector: gelijkaardig enkel voor Delphi hoeksensor



**Anderson** powerpole: in verschillende sterktes, bv. 30A. voor bv. toevoer 12V, GND. crimpen (+soldeer)

Weipu **SP**: netjes met wartel-afsluiting, ook wandconnectors, bv. lichte SP2110, 2112 voor diverse kleine stroom of signalen in/uit. soldeer of schroef

dupont **jumpers**: vermijd als mogelijk. maak steviger met gezamenlijke huls, tape, lijmpistool, ...



## Divers materiaal

voorbereiden

kniptang, striptang

crimpen

in theorie: elke crimpconnector zijn specifieke crimptang

in praktijk: een tang

solderen

isoleren

krimpkousen (heteluchtpistool), soldeer-krimpkousen, vulkanische tape, ...

bundelen

kabelmouw, spanband

fixeren

dubbelzijdige tape, lijmpistool, epoxy-lijm, epoxy-pasta, ...

## Solderen

bv. nodig bij CMPS14, Cytron MD13S

(uitzonderlijk wel gesoldeerd aangeboden)

PCB

duurzaam verbinden van kabels, connectors, kabelschoenen, ...



soldeerbout:

kracht toestel belangrijk voor grof werk bv. terminals, relais

punt aangepast aan werk, fijn voor ook klein werk

temperatuur instelbaar (bv. 360°C PCB, 400-420°C groot werk)

soldeertin

accessoires: steun, sponsje, derde arm (+ vergrootglas), koperwol, soldeerpasta/flux, isopropylalcohol + wattenstaafjes, desoldeerlint, desoldeerpomp, ...



tutorials bv. [https://www.youtube.com/watch?v=aP\\_ebVWYzSk](https://www.youtube.com/watch?v=aP_ebVWYzSk)

### Schakelaars

micro-schakelaar, tuimelschakelaar, inductieve nabijheidsschakelaar, ...

stroomschakelaar: schakel positieve 12V+ af (geen lekstromen)

### Winkels

[www.autosteer.cc](http://www.autosteer.cc)

Phidgets 3269 + 'NEMA23' bracket: Boecker / EZtronics /...

lokale doe-het-zelf - stroomkabels, verbinders, tape, (solderen), ...

Conrad.be - arduino, (data)kabels, elektronica, inbouwdozen, solderen, ...

Robotshop - arduino, motor driver, CMPS14, modules (soms al gesoldeerd), ...

Opencircuit, 'van alles en meer', ... - diverse elektronica

Digikey, Mouser, ... - onderdelen PCB

AliExpress - diverse gespecialiseerd

Rockauto/... - hoeksensor

### Boodschappenlijst autostuur:

Item	prijs
<b>Essentieel (situatie 2020):</b>	
Arduino Nano	3-25
ADS1115	1.5-18
Delphi ER10031	10-60
PCB	30-350
driver Cytron 13A of 30A	12-35
Phidgets 3269	120-150
kabels, toebehoren	100-200
uren (4d-20d??)	
<b>Optie/alternatief:</b>	
CMPS14	45
1/10 rc car rubber wheel	10-?
motorsteun	20-?
12-24V 10A omvormer	10-50
diverse	?