



## artikel: Hoe werkt nou een GPS systeem.

**Auteur:** Paul.v.D (FireFly)

**Geplaatst op:** Vrijdag 9 April 2004

**URL:** <http://www.gsxr-team.com>

---

### Pagina 1: Geschiedenis

Zoals veel uitvindingen is GPS ontstaan uit een militaire toepassing. Het Amerikaanse leger wilde een systeem waardoor haar troepen precies wisten waar zij, maar ook de vijand, zich bevonden. Door het ruimtevaartprogramma dat in de jaren zestig volop draaide, kwam men op het idee om dit te realiseren met behulp van satellieten. Amerika begon in 1973 met het lanceren van de eerste satellieten en in 1978 was het systeem operationeel. In 1994 werd de dekking van 24 satellieten bereikt.

In 1983 vond er een vliegtuigongeluk plaats waardoor Korea en Amerika een internationaal conflict kregen. Het ongeluk was een gevolg van de vraag waar het vliegtuig zich nu precies bevond. De toenmalige president van Amerika, Reagan, besloot daarop dat GPS ook gratis voor commerciële doeleinden gebruikt moest kunnen worden. Maar wel met een mindere nauwkeurigheid dan de militaire toepassing. Pas in de Golfoorlog is het GPS echt wereldwijd bekend geworden. Mede door de vele tegenwoordige toepassingen en het belang voor de economie, heeft Amerika in 2000 de onnauwkeurigheid van het niet militaire signaal uitgezet en is GPS ook voor de commercie nauwkeuriger.

### Werking

GPS is dus positiebepaling aan de hand van satellieten. Simpel gezegd wordt de positie bepaald aan de hand van een driehoeksmeting. Uit bekende punten kan de positie van een onbekend punt berekend worden. Door het gebruik van satellieten is er sprake van een driedimensionaal vlak. Bij GPS zijn de satellieten de bekende punten en is de GPS-ontvanger (bijv. op de motor) het onbekende punt. Om tot een juiste positiebepaling te komen in een 3d-vlak, zijn er minimaal 3 (lieft 4) bekende punten nodig. Om een wereldwijde dekking te hebben met minimaal 4 satellieten "in zicht" op elk tijdstip, zijn er 24 satellieten in de ruimte gebracht, in 6 verschillende vaste banen. Daarnaast zweven er nog 4 reservesatellieten rond de aarde.



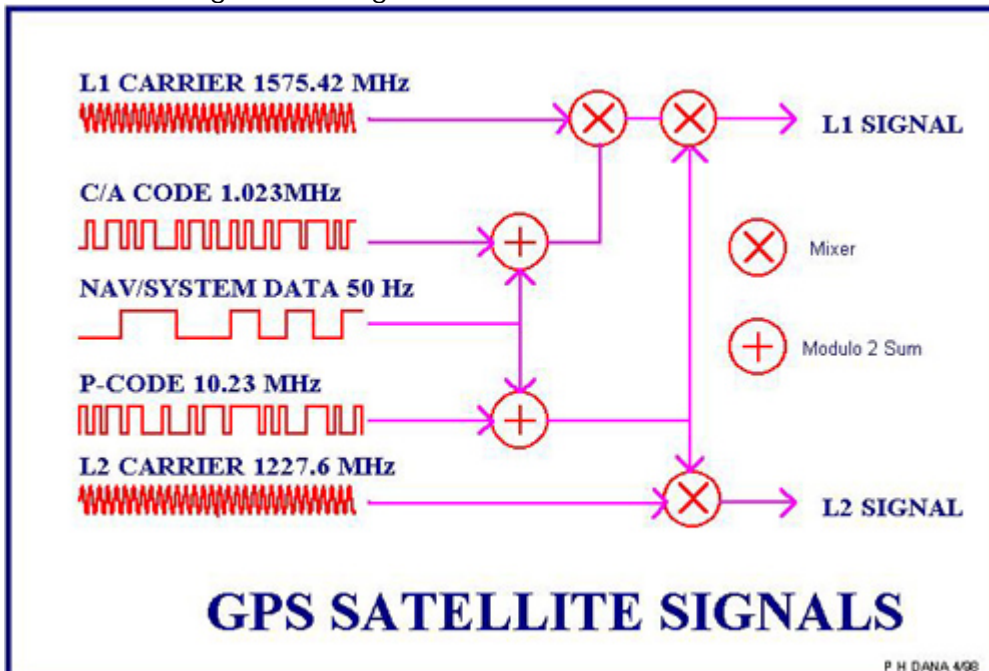
Gepubliceerd door; Paul.v.D.

In opdracht van; [www.gsxr-team.com](http://www.gsxr-team.com)



## Pagina 2: Plaatsbepaling

Er zijn dus satellieten en een ontvanger nodig om te weten waar we ons bevinden. Maar hoe weet de GPS-ontvanger nu de exacte locatie? De ontvanger meet de afstanden tot de satellieten. De afstand tot de satellieten wordt gevonden door de tijd te meten waarin de door de satellieten uitgezonden zogeheten Pseudo Random Noise pulsen, kortweg signalen, de ontvanger bereiken. Twee codes worden uitgezonden op twee verschillende frequenties, L1 en L2. L1 is voor burgerdoeleinden beschikbaar en L2 kan alleen door het Amerikaanse leger worden gedecodeerd.



Het NAV/DATA signaal verzendt informatie over de locatie van de satellieten in hun baan rondom de aarde. Deze informatie wordt ook wel de almanak en de ephemeris genoemd. Ephemeris data, welke continu worden uitgezonden, bevatten belangrijke informatie over de status van de satelliet, huidige datum en tijd. Dit deel van het signaal is essentieel voor het bepalen van een positie. De almanak data vertellen de GPS ontvanger waar elke satelliet moet zijn op een bepaald tijdstip.

Het tijdsverschil tussen het verzonden en ontvangen signaal wordt gemeten door de ontvanger. De ontvanger genereert exact dezelfde puls als de door de satelliet uitgezonden puls en schuift het terug in de tijd vanaf de bekende uitzendtijd totdat de ontvangerpuls synchroon loopt met de puls van de satelliet. De tijd dat de puls terug moet worden geschoven, is de reistijd van de satellietpuls. Doordat de snelheid van de gebruikte radio golven (pulsen) bekend is (ongeveer 300.000km/s), kan op basis van dit tijdsverschil de afstand in meters bepaald worden.

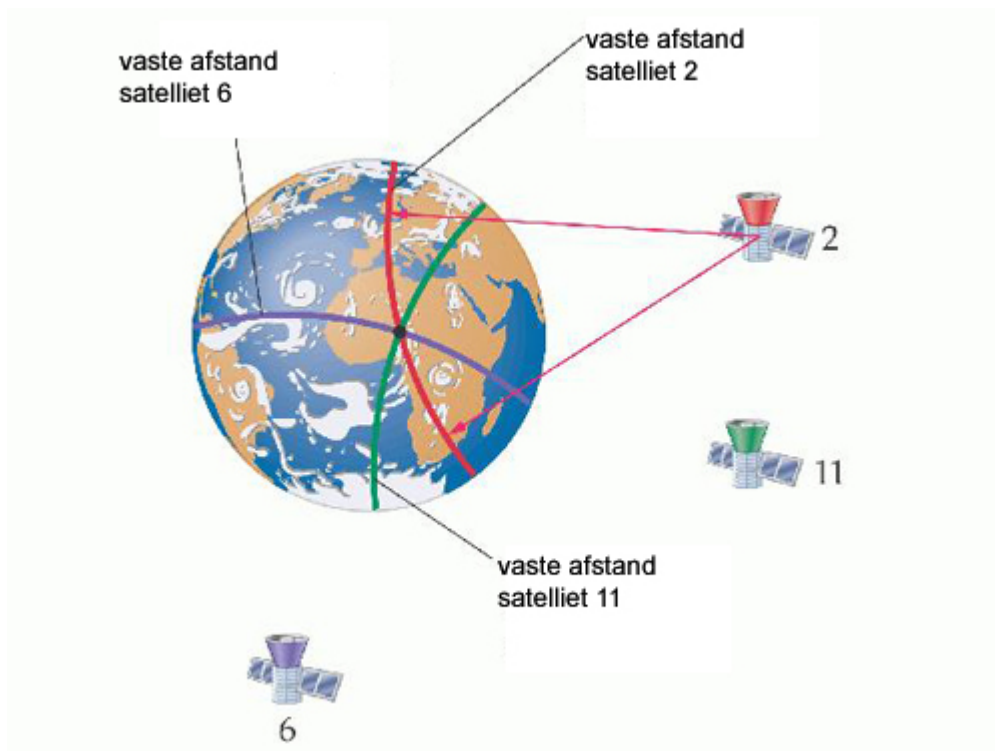
Een enkele afstandsmeting tussen satelliet en ontvanger levert een bol op

Gepubliceerd door; Paul.v.D.

In opdracht van; [www.gsxr-team.com](http://www.gsxr-team.com)



waarop we ons op de rand bevinden. De plek waar meerdere bollen (afstandsmeting) elkaar snijden, is de plek waar we ons zich bevinden.

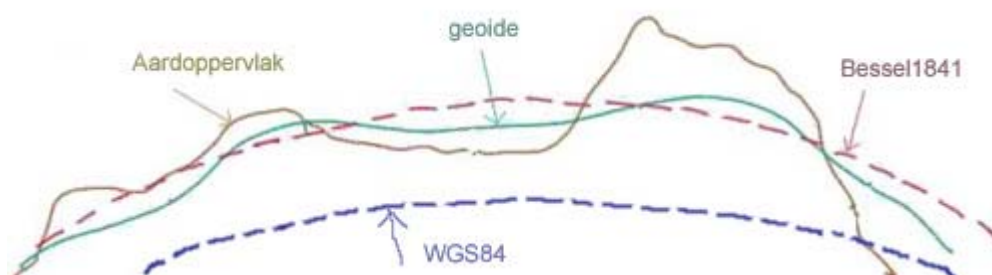




### Pagina 3: Nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van GPS is voornamelijk afhankelijk van de exacte plaats van de satellieten en de juiste tijd. De satellieten passeren 2 keer dag een monitorstation, die deze gegevens controleert en zonodig aanpast. De GPS ontvanger zelf heeft een goedkoop klokje in zich. Een ontvanger uitrusten met een atoomklok is te duur. De klok in de ontvanger wordt daarom aangestuurd door de satellieten via de ephemeris data.

De coördinaten welke de satellieten uitzenden zijn in WGS84 (World Geodetic System). Dit coördinatenstelsel volgt zo goed mogelijk het aardoppervlak. Voor navigatiesystemen is dit niet nauwkeurig genoeg. De kaarten die bijvoorbeeld routeplanners gebruiken, hebben een ander coördinatenstelsel. Deze volgen voor een bepaald gebied het aardoppervlak wel nauwkeurig. In Nederland wordt veelal Bessel 1841 (beter bekend als de RD-coördinaten of Amersfoort-coördinaten) gebruikt. Bij GPS ontvangers kun je daarom uit verschillende kaartsystemen kiezen. Kies je het verkeerde kaartstelsel bij een kaart, dan is er grote kans dat je positie een paar honderd meter (of meer) verschilt met de werkelijkheid en is de GPS als navigatiesysteem al snel onbruikbaar.



De nauwkeurigheid kan ook worden aangetast door invloeden van buitenaf. Deze hebben eigenlijk allemaal te maken met het ontvangen van de satelliet signalen. Rijden door een tunnel of een dicht bos bemoeilijkt het ontvangen van de signalen. Softwarematig wordt dit meestal in routeplanners opgevangen door te "kijken" welke weg gevolgd wordt en wordt aan de hand van de laatst ontvangen gegevens de plaatsbepaling uitgerekend. Reflectie van bijvoorbeeld gebouwen kan ervoor zorgen dat een signaal dubbel of met de verkeerde afstand wordt ontvangen. Natuurverschijnselen zoals zonnevlekken kunnen ook storingen veroorzaken in de nauwkeurigheid.

Voor routeplanners is over het algemeen de factor hoogte in de plaatsbepaling niet van belang en kan vaak worden volstaan met ontvangst van minimaal twee satelliet signalen. Een (route) navigatiesysteem hoeft daarnaast ook niet tot op



de centimeter nauwkeurig te zijn, zoals bijvoorbeeld in de hydrografie en landmeten.

---

## Pagina 4: GPS op de motor



GPS op de motor staat eigenlijk nog een beetje in de kinderschoenen, waarbij wellicht de toepassing van GPS op motoren in rally evenementen zoals de Dakar-Rally het bekendst is. De systemen zijn op zich zo aan te sluiten op een motor, maar zijn gemaakt voor in de auto. Ze zijn vaak niet echt schokvast of waterbestendig en de bedieningsknoppen zijn meestal niet geschikt om met een motorhandschoen (zeker winterhandschoenen) te bedienen. Maar verschillende fabrikanten van GPS systemen houden hier steeds meer rekening mee en er zijn ook gespecialiseerde bedrijven die met oplossingen komen. Oplossingen zijn bijvoorbeeld speciale houders waar knoppen opzitten die ook met een motorhandschoen zijn te bedienen. Ook zijn er speciale headsets met bluetooth technologie in ontwikkeling om, meestal met vriendelijke vrouwenstem, de aanwijzingen ook hoorbaar te maken. Hierdoor is het niet nodig om continu op het LCD scherm te kijken voor routewijzigingen.



Met een kaartensysteem of routeplanner zijn GPS systemen wel handig op de motor. Geen gedoe meer met "papieren" kaarten, die nat kunnen worden of onderweg omgedraaid moeten worden. Daarnaast zijn de GPS kaarten vaak meer up-to-date dan de conventionele kaarten. Het is mogelijk om thuis op de pc al routes uit te stippelen of waypoints in te voeren die je wilt aandoen. Als je een uitgestippelde route volgt maar daar om wat voor reden dan ook van moet afwijken, berekent de routeplanner zelf de handigste weg om weer op de route te komen. Daarnaast geven sommige routeplanners extra informatie over bijvoorbeeld restaurants, hotels en benzinestations. Ook kunnen bepaalde



systemen de gereden routes opslaan zodat je bij thuiskomst of wanneer je een pc tot je beschikking hebt, de route kunt opslaan. Verschillende motorclubs en organisaties organiseren al speciale GPS toerritten of bieden hun toerritten op GPS aan. De route aanwijzingen worden visueel of via spraak aangegeven. Voor aanwijzingen via spraak heb je wel een intercomsysteem in de helm nodig.

Een GPS systeem kan informatie geven over je snelheid, gemiddelde snelheid, afgelegde afstand, enz. Maar ook over het huidige tijdstip, op welke hoogte je je bevindt, waar het geografische noorden is, enz. Deze functies zijn wel afhankelijk van het GPS systeem dat je gebruikt.



## Pagina 5: Andere systemen

Behalve GPS van de Amerikanen is er momenteel nog een systeem voor plaatsbepaling met satellieten: het Russische GLONASS. Dit systeem wordt maar op kleine schaal gebruikt, mede doordat het Russische ruimtevaartprogramma op



zijn gat ligt. Op het moment wordt er hard gewerkt aan een nieuw systeem, Galileo. Dit is een Europees project. Momenteel worden de eerste satellieten hiervoor gemaakt en volgens planning zou Galileo in 2008-2010 operationeel moeten zijn. De vraag is echter of 2010 wordt gehaald omdat de eerste satelliet nog in de ruimte moet worden gebracht en de productietijd en de kosten van satellieten niet gering zijn.

De reden dat Europa bezig is met het ontwikkelen van een eigen (wereldwijd) systeem, is dat men de monopolie positie van Amerika wil doorbreken. Nu is het mogelijk dat Amerika het signaal zodanig "stoort" dat alleen het eigen leger het nog kan gebruiken. Galileo zou ook nauwkeuriger zijn en voor meer doeleinden bruikbaar. Doordat GPS is ontwikkeld voor militaire doeleinde is er bijvoorbeeld

op de noordpool en zuidpool (waar geen militaire belangen zijn) geen of slechte ontvangst. Voor bijvoorbeeld lucht- en scheepvaart en onderzoekers is een goede plaatsbepaling hier wel van belang. De Nederlandse overheid wilde Galileo onder andere gebruiken voor het rekeningrijden. Het is wel de bedoeling dat Galileo zo gaat werken dat het op de huidige ontvangers ook is te gebruiken.

### Kostenplaatje

GPS is nog niet goedkoop om aan te schaffen. Een handheld GPS ontvanger heb je vanaf een paar honderd euro. Soms zijn hierop achtergrondkaartjes te laden, maar als route navigatiesysteem zijn deze vaak niet geschikt. Ook zijn ze meestal wat minder bruikbaar op de motor. Hetzelfde geldt voor PDA's. Het route navigatiesysteem dat momenteel het meeste op de motor wordt gebruikt, zijn de producten van Garmin. Een echte prijsindicatie is moeilijk te geven omdat er grote verschillen tussen de aanbieders zitten. Ook ligt het er helemaal aan waar je voor kiest. Bij de Garmin modellen begint het voor de (motor) navigatie systemen vanaf een goede 500 euro, maar voor het nieuwste model Streetpilot van Garmin mag je al gauw rekenen op prijzen vanaf 1500 euro. Net zoals in de autowereld bieden verschillende motorfabrikanten en motorzaken bij aanschaf van hun (toer)modellen een navigatiesysteem aan voor een gereduceerde prijs.

*Met dank aan Way-point navigatie & communicatie te Notter voor het geven van de nodige informatie*

---

Copyright ©2006 gsxr-team.com

Gepubliceerd door; Paul.v.D.  
In opdracht van; www.gsxr-team.com