

GPS – Satellitennavigation in Sport und Freizeit

Dieser Artikel setzt sich mit der Genauigkeit von GPS-Geräten für den Freizeitsport und im Alltagsgebrauch auseinander. Aufbauend auf den geodätischen Grundlagen der GPS-Vermessung spannt sich der Bogen zur Nutzung in der Freizeit und der Genauigkeit der von Fitness-Trackern, GPS-Uhren und Navigationsgeräten.

Grundlagen der GPS-Vermessung

Die Nutzung von Satellitensignalen zur Navigation und Positionsbestimmung auf der Erde gehört seit dem Jahr 2000 in vielen Anwendungsbereichen zum Standard. Für die zivile Nutzung stehen das amerikanische NAVSTAR-GPS (flächendeckend), das russische GLONASS-System und das chinesische Baidou-System zur Verfügung; sie stehen allerdings weiterhin unter militärischer Kontrolle. Das europäische Galileo-System (GNSS) wird unter ziviler Kontrolle seit dem Jahr 2005 installiert; 26 von 30 Satelliten sind bis Ende 2018 im Orbit stationiert worden und das GNSS soll bis Ende 2021 vollständig zur Verfügung stehen. Der zivile Zugriff auf die Daten kann seit Ende 2016 erfolgen.

GPS-Genauigkeit im amtlichen Vermessungswesen

Am Beispiel des NAVSTAR-GPS mit seinen 32 Satelliten in ca. 20.000 km Höhe kann eine Genauigkeitsbetrachtung im Zusammenspiel mit Streckenvermessungen auf der Erdoberfläche erfolgen.

Aus der Laufzeit des Signals vom Satelliten zum GPS-Empfänger lässt sich bei gleichzeitiger Sichtbarkeit (Signalempfang) von vier Satelliten über eine geodätische Triangulation die Position auf der Erdoberfläche relativ genau bestimmen.

Die GPS-Vermessung im geodätischen Bereich erreicht bei ingenieurtechnischen und amtlichen Vermessungsaufgaben mit Hilfe von fest installierten Stationen auf der Erdoberfläche (terrestrische Referenzempfänger) Genauigkeiten im Zentimeterbereich und besser.

Die Navigation mit GPS-Geräten, wie z.B. PKW-Navigation, Outdoor-Geräte für Wanderer und Radfahrer, Mobile-Phones, GPS-Uhren und Fitness-Tracker, erreicht i.d.R. eine Lagegenauigkeit in einem Umkreis von unter 10 Meter weltweit.

Fehlereinflüsse und Genauigkeit

Die Genauigkeit der Positionsbestimmung mit der GPS-Methode hängt von vielen Faktoren ab. Die geometrische Anordnung der Satelliten hat hier einen wesentlichen Einfluss auf die Genauigkeit der Positionsbestimmung – die im Raum entstehende Pyramidenkonstruktion zwischen den Sendern (Satelliten) und dem Empfänger (GPS-Gerät) sollte möglichst ein großes Volumen erreichen.

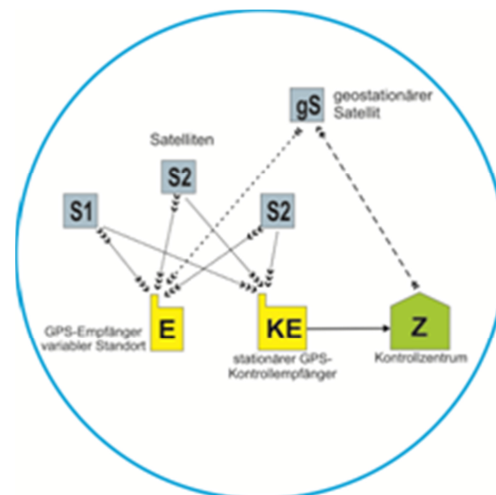
Als Fehlereinflüsse sind im Wesentlichen die Abschattung, Refraktion, Signaldämpfung und Reflexion zu nennen.

Die Abschattung kann beispielsweise bei Häuserschluchten, in Tälern, an Bergflanken und z.B. beim Fahrrad entstehen, wenn der Radfahrer die direkte Signalverbindung durch seinen Körper beeinflusst; auch ein dichter Wald und Schnee auf Bäumen kann eine Abschattung bewirken.

Atmosphärische Störungen aus der Ionosphäre und Troposphäre (Refraktion) werden in der Zwischenzeit durch Auswertung von Korrekturdaten mit geostationären Satelliten ausgeglichen. Die Genauigkeit kann hier bis zu einem Wert um 1 - 2 m gesteigert werden. Der Empfang dieser Systeme wird von den Geräteherstellern i.d.R. gewährleistet; der Dienst steht aber wegen der geostationären Position der Satelliten nicht flächendeckend und mit einer zeitlichen Unbekannten nicht immer zur Verfügung.

Die Signaldämpfung korreliert teilweise mit der Refraktion, starken Sonnenaktivitäten und von Abschattungen im Wald; auch kann eine starke Bewölkung Fehler in der Positionsbestimmung bewirken.

Eine Reflexion an spiegelnden Flächen (Hochhäuser, Glasfassaden, Wasser- und Schneeflächen) kann dazu führen, dass die Signale nicht auf direktem Weg empfangen werden und zur ungenauen Positionsbestimmung beitragen; sogenannte „Ausreißer“ definieren hier falsche Ortskoordinaten.



Messprinzip mit GPS-Satelliten

GPS-Geräte im Alltag

Die Navigation mit GPS-Geräten, ob auf dem Wasser oder auf der Straße und in der Natur, ist eine hervorragende technische Innovation und hilft in vielen Alltags- und Freizeitsituationen.

Hinweis zur Kalibrierung:

In Deutschland sind geodätische Referenzpunkte für die Überprüfung der Genauigkeit eines mobilen GPS-Empfängers eingerichtet worden (https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_geodätischer_Referenzpunkte_in_Deutschland).

Für Reiseplanungen, Fahrten mit dem Auto oder Fahrrad oder einem Trainingslauf auf Straßen und Wegen sowie Wanderungen in den unterschiedlichsten Gebieten gibt es eine Vielzahl von mobilen GPS-Geräten.

Die Qualität ist für die genannten Zwecke und Anforderungen in der Regel als gut zu bezeichnen, wobei hier die Empfangseigenschaft der Antenne und die Position auf der Erdoberfläche ein entscheidendes Kriterium für die Zuverlässigkeit der Ergebnisse ist. Diese Zuverlässigkeit hat in der Regel Auswirkungen auf den Kaufpreis.

GPS-Geräte im Ausdauersport

Die individuelle Vermessung mit GPS-Uhren in der Freizeit (z.B. Schrittzähler), beim Laufen und Radfahren bis hin zum Triathlon ist ein präsent Feature. Viele Freizeitsportler nutzen heute die unterschiedlichsten Laufuhren mit GPS-Empfänger und ermitteln die gelaufene Streckenlänge und das zurückgelegte Profil im Gelände.

Die gemessenen Werte können für den Nutzer eine wichtige Aussagekraft für den Trainingszustand bzw. für die erzielten Leistungen in einem Wettkampf haben. Die Daten werden nach dem beschriebenen Prinzip ermittelt und mit integrierten Programmen ausgewertet; hierbei ist die Genauigkeit auch von den individuellen Einstellungen abhängig wie z.B. Schrittlänge oder die Häufigkeit des Satellitentracking. Eine Vergleichbarkeit kann oftmals wegen der unterschiedlichen Grundeinstellungen nicht hergestellt werden.

Fazit: Es werden nach den bisherigen Erfahrungen i.d.R. längere Strecken und größere Höhenunterschiede im Vergleich zur Realität ermittelt. Die Höhenmessung ist je nach Gerät und zur Verfügung stehender Satelliten mit einem höheren Fehlerfaktor behaftet.

Vermessung von Wettkampfstrecken

Die Streckenvermessung von stadionfernen Lauf- und laufähnlichen Veranstaltungen mit leichtathletischem Wettkampfcharakter einschließlich Straßen-, Cross-, Berg-, Landschafts-, Trail- und Geländeläufe wird von national und international akkreditierten DLV-Streckenvermessern als Kampfrichter der Leichtathletikverbände durchgeführt.

Die Messung erfolgt mit dem Messgerät „Jones-Counter“ am Vorderrad eines Fahrrads und ist die seit den 70er Jahren von der „Association of International Marathons and Distance Races“ (AIMS) und die einzige von der „International Association of Athletics Federations“ (IAAF) anerkannte Messmethode.



Jones-Counter am Vorderrad

Hinweise zur Vermessung von Wettkampfstrecken im [Handbuch für den DLV-Streckenvermesser](#) und:

<https://leichtathletik.de/service/wettkampfororganisation/> und <http://kajoroth.de/>

Empirische Untersuchung der Genauigkeit von GPS-Laufuhren

Vor dem Hintergrund der praktischen Arbeit der DLV-Streckenvermesser mit der beschriebenen Messmethode und den vielfältigen Fragen von Teilnehmern an Laufwettbewerben zum Thema „Streckenlänge“ spannt der DLV-Streckenvermesser Wolfgang Timm, Hamburg [IAAF/DLV A-Grad] in seinem Bericht „Vermessung von Straßenläufen oder das Märchen von den GPS-Uhren“ einen historischen Bogen von Leonardo da Vinci bis zur modernen GPS-Messung und stellt mit einer praxisnahen Testreihe GPS-Laufuhren der Jones-Counter-Methode gegenüber. (<http://kajoroth.de/gps-vermessung-in-sport-und-freizeit/>)

Diese Ermittlungen erheben nach Aussage von Wolfgang Timm nicht den Anspruch einer genauen wissenschaftlichen Untersuchung und die Auswahl der verwendeten GPS-Laufuhren ist hier rein zufällig.

Die Ergebnisse zeigen allerdings eine relativ eindeutige Tendenz, inwieweit die ermittelten Werte von GPS-Laufuhren zu den Messergebnissen der Counter-Messungen abweichen. Ein weiteres Indiz ist der hier geführte Vergleich der Messdaten von GPS-Uhren mit der 400 m – Stadionrunde.

Konz, im November 2019
Karl Josef Roth • IAAF/DLV-Streckenvermesser [A-Grad]