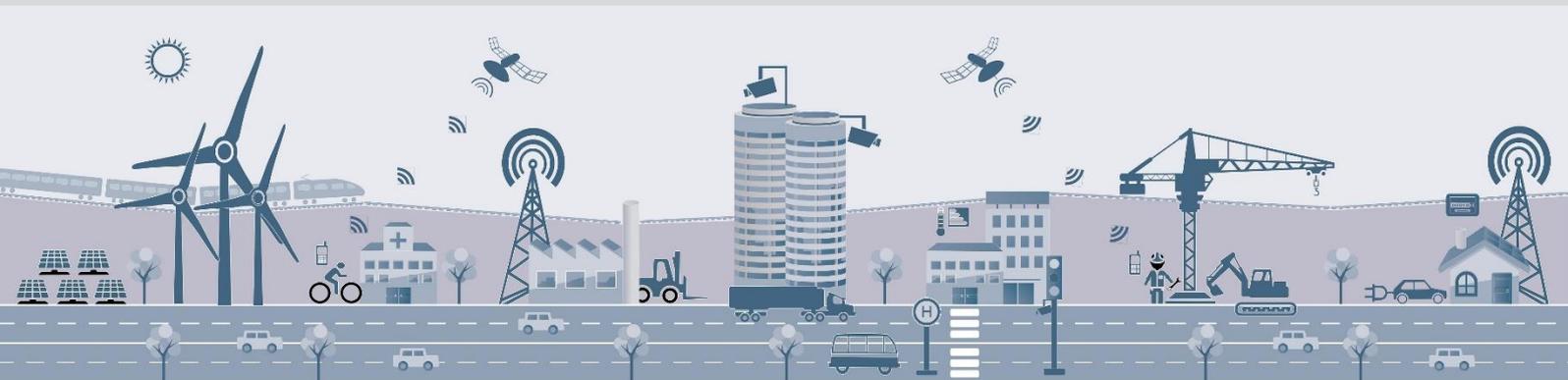


# Navigationstechnologien und Ortungsverfahren



# Navigationstechnologien und Ortungsverfahren

In diesem Whitepaper werden verschiedene Funk-, Navigations- und Ortungstechnologien näher erläutert und dargestellt. Außerdem werden Verfahren und Methoden zur Positionierung und Positionsbestimmung vorgestellt. Zum Schluss werden Anwendungsbeispiele vorgestellt, in denen besagte Technologien bereits heute im Einsatz sind.

## Inhaltsverzeichnis

- 1. Einführung**
- 2. Navigation historisch**
- 3. Funkortungstechnologien**
- 4. Infrastrukturlose Verfahren zur Positionierung**
- 5. Methoden zur Berechnung der Position**
- 6. Das Smartphone als Alleskönner**
- 7. Wie funktioniert GNSS (GPS, Galileo, Glonass, Beidou)?**
- 8. Was ist A-GPS (Assisted GPS)?**
- 9. Hybride Verfahren**
- 10. LoRa®-Tracker bei Outdoor-Ortung**
- 11. Anwendungsbeispiel Flughafen**



## Einführung

Das Internet der Dinge, kurz IoT (Internet of Things) wird Unternehmen aus unterschiedlichsten Industrien nachhaltig verändern. Durch die zunehmende Digitalisierung von Objekten und Prozessen werden neue Geschäftsmodelle entstehen. Innovative Produkte werden die digitale Zukunft entscheidend beeinflussen.

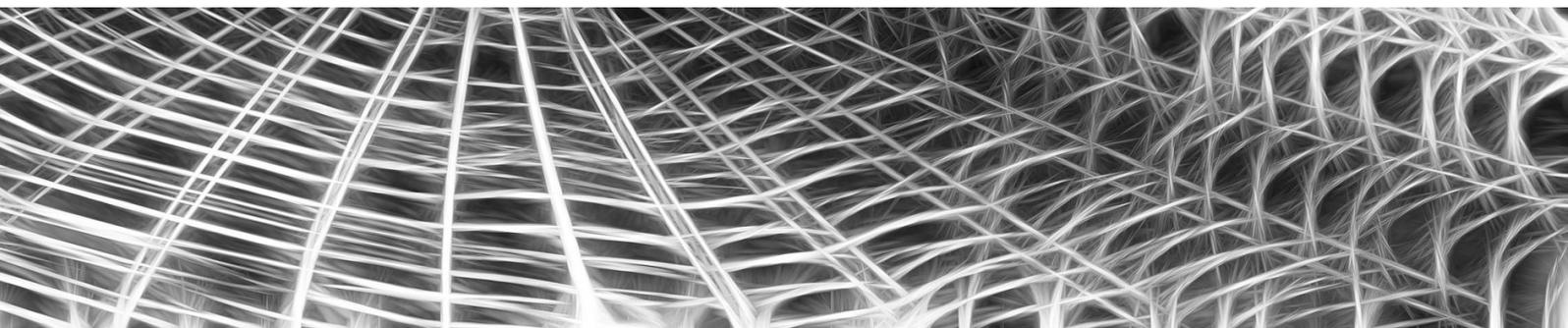
Hierzu zählen nicht nur Sensor-Produkte, die Informationen über die Umgebung drahtlos übermitteln können, sondern auch smarte Lokalisierungsprodukte zur Waren- und Bestandsverfolgung, Positions- und Bewegungserkennung, Identifizierung und Inventarisierung, Personen- und Fahrzeugortung sowie Zugangs- und Anwesenheitsüberwachung. Im allgemeinen Sprachgebrauch auch Asset-, Vehicle-, People-Tracker genannt.

Das Asset Tracking selbst bezieht sich auf die Methode zur Verfolgung physischer Assets (Betriebsmittel), entweder durch Scannen von Barcode-Etiketten, die an den Assets angebracht sind, RFID-Labels oder durch Verwendung von so genannten Beacons oder Tags. Die Vorteile der Lösung sind im Wesentlichen die Verminderung von Suchzeiten, keine Fehlfahrten, die richtige Zuordnung von Assets zu Aufträgen und Fahrzeugen, lückenlose Nachverfolgung wertvoller Fracht, Diebstahlschutz und die Vorbeugung von unsachgemäßer Handhabung oder Beschädigung.

Der Ansatz zur Digitalisierung besteht u.a. darin, die Ankunft oder Abfahrt des Objekts zu melden und die Identifikation des Objekts, den Ort der Beobachtung, die Zeit und den Status aufzuzeichnen.

Diese intelligenten Produkte sind branchenübergreifend einsetzbar z.B. in Bau-, Land- und Forstwirtschaft, Produktion, Gebäude- und Industrieautomation, Medizintechnik oder Logistik.

Alle diejenigen, die sich mit der Nachverfolgung und Lokalisierung von Gütern oder Fahrzeugen auseinandersetzen, werden sich früher oder später auch mit der Auswahl von geeigneten Navigationstechnologien und Ortungsverfahren beschäftigen.



## Navigation historisch

Navigation aus dem lateinisch *navigare* (Führen eines Schiffes) hat seinen Ursprung in der Nautik. Die Kunst des Navigierens bestand darin Schiffe möglichst sicher zum gewünschten Zielpunkt zu steuern.

Die Entdeckung Amerikas geht hierauf zurück lange bevor Christoph Kolumbus den Kontinent betrat.

Im Mittelmeer haben zuerst Phönizier entlang der Küste gesegelt und sind dabei bis zu den Kanaren gefahren. Griechische Schiffe kamen später bereits bis zu den Shetlands.

Neben der Orientierung am Küstenverlauf wurde auch der Sonnenstand und der nördliche Polarstern in der Nacht zum Navigieren genutzt.

Erste Instrumente wie z.B. Sonnenuhr, Schattenstab (Gnomon) ließen die Berechnung geometrischer Aufgaben oder die Messung der Fahrtgeschwindigkeit und Wassertiefe zu (Lot). Die ersten Vorläufer heutiger Seekarten entstanden mit Eintragungen zu wichtigen Landmarken, Häfen oder Untiefen.

## Funkpeilung

Die neuzeitlichen Verfahren wurden immer ausgefeilter. Neben neuen Verfahren zur exakten Zeitmessung und immer genauere Kartenwerke, stellt auch die Erfindung der Funkpeilung Anfang des vorherigen Jahrhunderts einen wichtigen Meilenstein dar. Pioniere dieser Zeit waren Guglielmo Marconi und Karl Ferdinand Braun. Beide erhielten den Nobelpreis für Physik für ihre Arbeiten und der Grundlagenforschung im Bereich drahtloser Telegrafie. Kurz vorher hatte Heinrich Hertz die elektromagnetische Strahlung experimentell nachgewiesen.

## Der Kompass

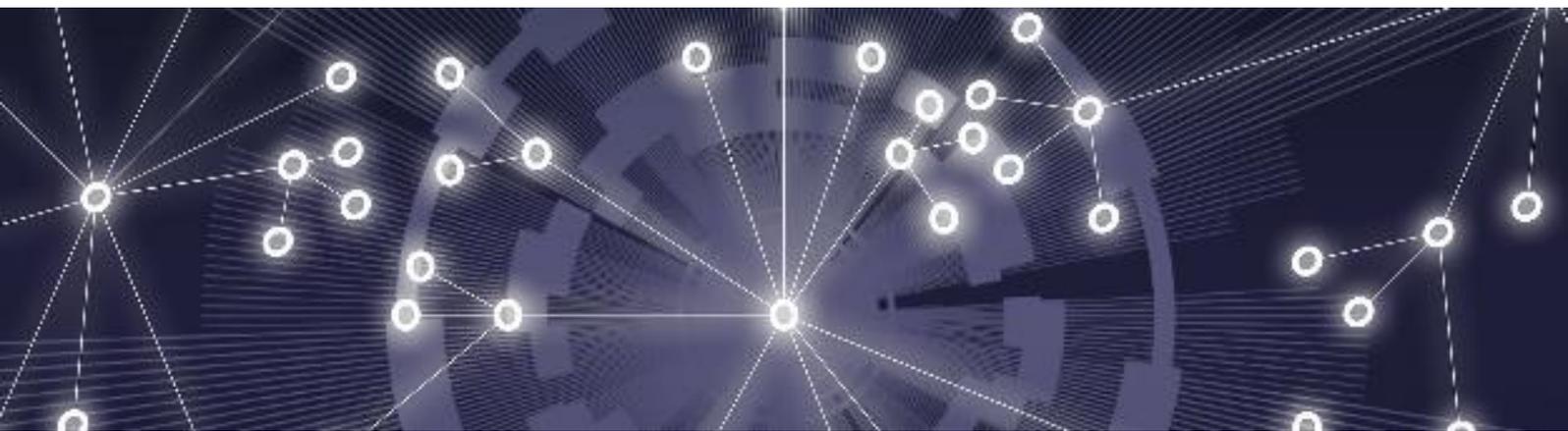
Die Messung der Sonnenhöhe und der Fahrt allein waren als alleinige Navigationsinstrumente jedoch unzureichend.

Das änderte sich mit dem Kompass. Durch die Chinesen, die als Entdecker des Kompasses gelten, kam die Errungenschaft über die Araber nach Europa.

Das Instrument dient zur Anzeige der Ausrichtung der Feldlinien des Erdmagnetfeldes in Richtung der Pole. In seiner einfachsten Form besteht der sogenannte nasse Kompass aus einem auf einem Holzbrett befestigten magnetischen Stein (Magnetit), das sich freischwimmend in einem Gefäß mit Wasser befindet. Der magnetische Nordpol des Steins dreht sich dabei zum magnetischen Südpol der Erde. Daher auch die Bezeichnung Südstein.

Aber der Magnetkompass zeigt bekanntlich nicht genau auf den geographischen Pol. Die Entwicklung des Kreiselkompasses durch Dr. Hermann Anschütz, der unabhängig vom Erdmagnetfeld arbeitet, stellt hier eine weitere Verbesserung der Navigationsmöglichkeiten dar.





## Funkortungstechnologien

Heute stehen uns eine Vielzahl von Funkortungstechnologien zur Verfügung, die verschiedene Frequenzbänder im Bereich einiger Kilohertz bis zu mehreren Megahertz umfassen. Hierzu zählen Mobilfunktechnologien wie beispielsweise GSM. Bei Nutzung des jeweiligen Mobilfunknetzes kann eine grobe Positionsbestimmung über die bekannten Standortkoordinaten der jeweiligen Basisstation erfolgen, mit dem ein Gerät verbunden ist.

Die Wichtigkeit der Ortungsmöglichkeiten mit Hilfe von Mobilfunk unterstreicht auch 5G. Die Positionsbestimmung ist integraler Bestandteil des Systemdesigns vom neuen 5G-Mobilfunknetz.

Andere Funktechnologien haben spezielle Eigenschaften und sind abhängig von der Anwendung besser oder schlechter geeignet. Allgemein lässt sich sagen, dass die Investitionskosten steigen je präziser die Ortung sein soll.

GPS hat sich über die Jahre hinweg als hinreichend genau und kostengünstig erwiesen.

Einerseits ist der Aufbau einer eigenen Infrastruktur nicht notwendig, andererseits kann das System quasi nicht überlastet werden. Dadurch ist es eine weltweit verfügbare Massenapplication für Jedermann geworden. Mit dem europäischen Galileo-System steht nun auch eine Technologie ausschließlich für die zivile Nutzung zur Verfügung.

Optische Verfahren (z.B. Kamerasysteme), Ultraschall, Radar, Lidar werden hier nicht weiter betrachtet.

Die Intelligenz und Komplexität wird auf den Netzwerkservers übertragen, der das Netzwerk verwaltet und u. a. redundante empfangene Pakete filtert, Sicherheitsüberprüfungen vornimmt, Rückmeldungen über das optimale Gateway plant und eine adaptive Datenrate durchführt. Wenn ein Knoten mobil ist oder sich bewegt, erfolgt keine Übertragung von Gateway zu Gateway. Das ist ein kritisches Merkmal, um Asset-Tracking-Anwendungen zu ermöglichen - eine wichtige vertikale Zielanwendung für das IoT.

5G Sendemast



# Infrastrukturlose Verfahren zur Positionierung

Der Vollständigkeit halber sind nachfolgend noch so genannte infrastrukturlose Systeme genannt. Beschleunigungsmesser sind elektromechanische Geräte, die die Beschleunigung bzw. die Änderungsrate der Geschwindigkeit eines Objekts messen. Es kann jedoch nicht eine Rotationsbeschleunigung erkennen. Das Gyroskop ist ein Gerät zur Messung von Rotationsänderungen oder zur Aufrechterhaltung der Orientierung. Es basiert auf dem Prinzip der Drehimpulserhaltung.

Zur Messung des Erdmagnetfeldes kommen spezielle Magnetfeldsensoren zum Einsatz, die die Richtung des Erdmagnetfelds messen. Ferner kann der Sensor auch zur Detektion magnetischer Materialien dienen, unterscheidet jedoch nicht verschiedenartige Magnetfelder, wie sie etwa beim Laden eines Akkus entstehen.

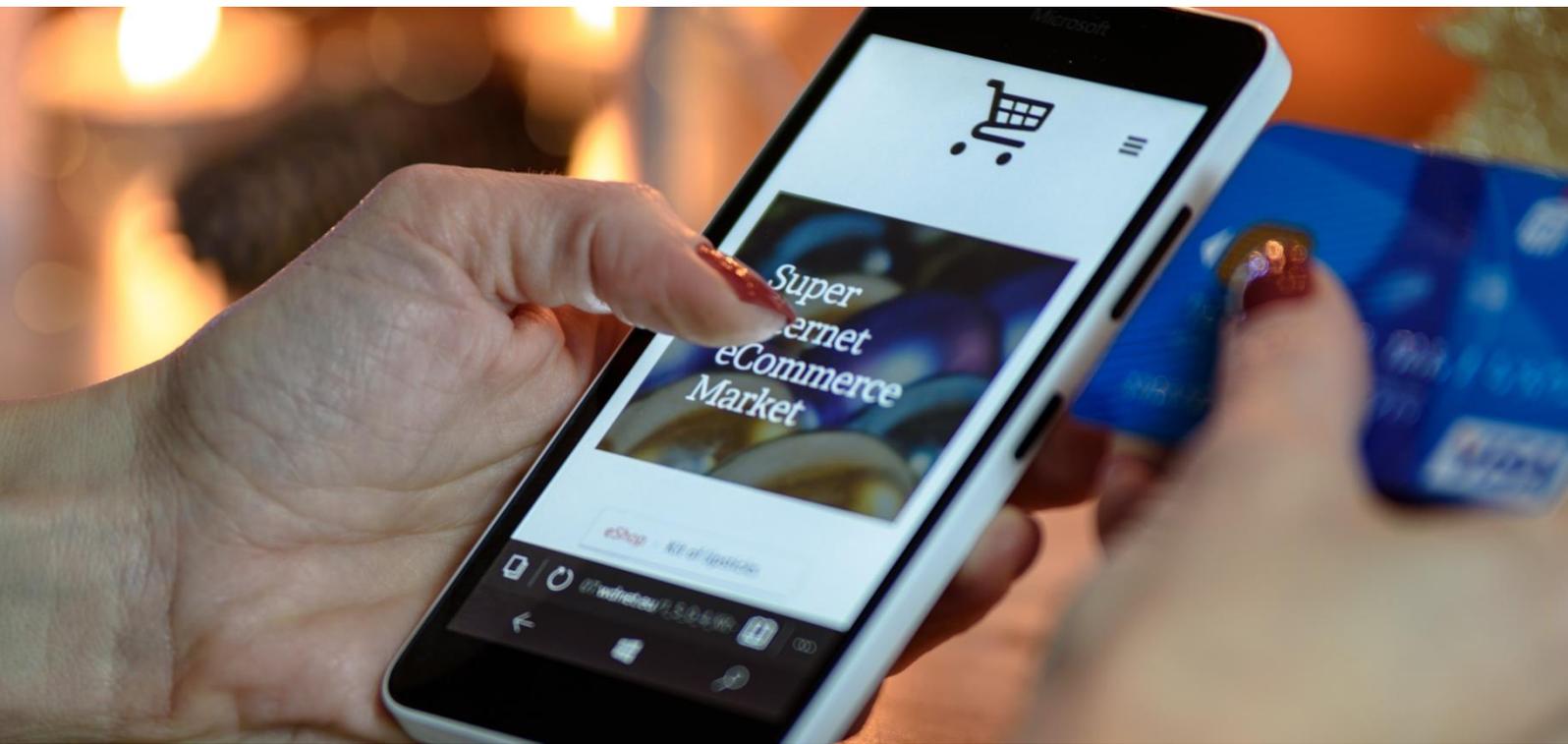
Barometer und Chronometer sind weitere miniaturisierte Messinstrumente, die als Hilfsmittel zur Lokalisierung genutzt werden können. Ein Gyroskop und ein Beschleunigungsmesser sind beispielsweise zur Koppelnavigation ausreichend. Die Koppelung im Sinne von Verbinden, engl. Dead Reckoning, ist die laufende näherungsweise Ortsbestimmung eines bewegten Objekts aufgrund von Bewegungsrichtung (Kurs) und Geschwindigkeit (Fahrt).

## Methoden zur Berechnung der Position

Die zur Berechnung der Position gibt es einige grundlegende Verfahren. Sie basieren auf zwei- und dreidimensionalen geometrischen und trigonometrischen Berechnungen von Punkten, Abständen und Winkeln. Bei den Laterationsverfahren ist die Messung der einfachen Strecke nur mit zeitsynchronisierten Uhren möglich. Anders verhält es sich, wenn der Signallaufweg hin und zurück gemessen wird. Erst ab drei bekannten Punkten ist eine eindeutige Positionsbestimmung im Raum möglich. Bei Time of Arrival (TOA) oder auch Time of Flight (TOF) wird eine Laufzeitmessung des Signals zwischen Sender und Empfänger durchgeführt. Bei der Methode Time Difference of Arrival (TDOA) wird die Signallaufzeit zu drei verschiedenen Basisstationen gemessen. GPS nutzt klassischerweise eine solche Methode. Ähnlich verhält es sich bei der Winkelmessung, wo zwei Winkel und eine Länge gegeben sein müssen, um eine Lokalisierung vorzunehmen. Bei der Bestimmung der Richtung aus der ein Signal kommt, werden Winkelmessungen per Angle of Arrival (AOA) und Angle of Departure (AoD) angewandt, je nachdem ob der Winkel beim Sender oder beim Empfänger als Berechnungsgrundlage fungiert.

Durch die Messung von Funkpegeln ist es möglich eine Abschätzung über die Entfernung zum Sender vorzunehmen, da das Signal über die Distanz abnimmt. In der Regel ist die Signalstärkemessung anfällig gegenüber Hindernissen und Mehrwegeeffekten des Signals. Beim WLAN-Fingerprinting werden neben der Signalstärke auch MAC-Adressen der Nutzer und der WLAN-Hotspots erfasst und so ein digitaler Fingerabdruck erzeugt. In Deutschland wurde Google das flächendeckende Fingerprinting aus datenschutzrechtlichen Gründen untersagt.





## Das Smartphone als Alleskönner

Wenn man alle technischen und methodischen Ansätze zusammennimmt, ist das Smartphone das optimale Gerät für Lokalisierungsaufgaben. Smartphones mit Schutzart IP68 bieten sogar eine gewisse Industrietauglichkeit, sind aber für viele Anwendungen unwirtschaftlich.

### Die Funktionalitäten eines Smartphones

5G

WiFi 6

Bluetooth 5.1

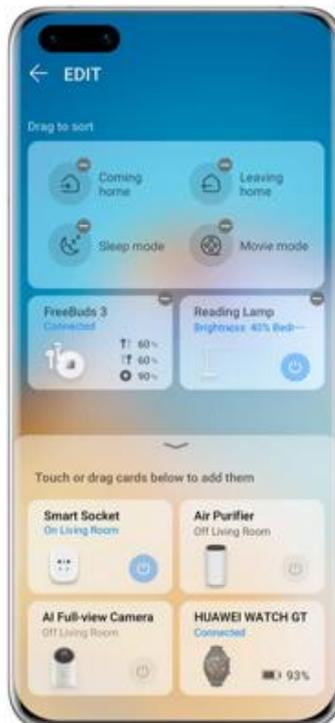
NFC

Infrarot

GPS

Glonass

Beidou



Galileo

A-GPS

Kamera

Magnetometer

Accelerometer

Gyroskop

Näherungssensor

IP68, .....

Bildquelle: Huawei P40 Pro

## Wie funktioniert GNSS (GPS, Galileo, Glonass, Beidou)?

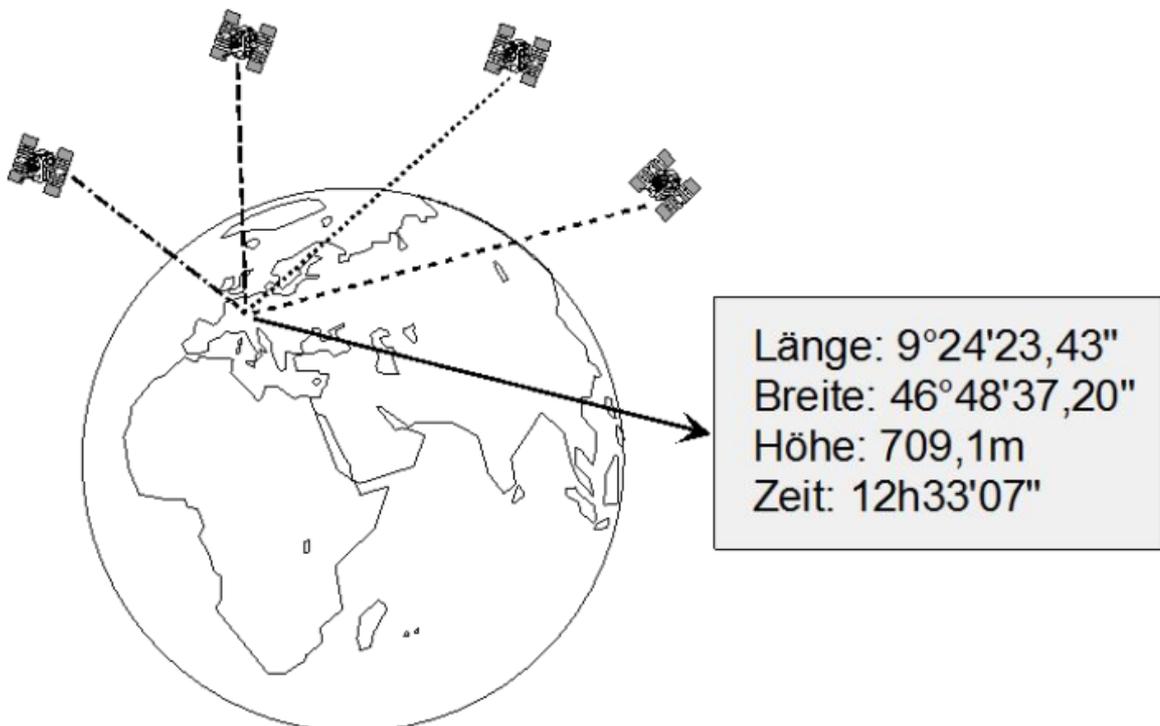
GNSS ist die Abkürzung für globales Navigationssatellitensystem (Global Navigation Satellite System) und wird als Sammelbegriff für Satellitennavigationssystem der USA (NAVSTAR GPS), der Russischen Föderation (GLONASS), der Europäischen Union (Galileo) und der Volksrepublik China (Beidou).

Das Messprinzip lässt sich vereinfacht mit der Entfernungsbestimmung bei Gewittern verdeutlichen. Wenn man einen Blitz sieht, zählt man die Sekunden bis zum Donner. Da der Donner sich mit Schallgeschwindigkeit (ca. 300 m/s) ausbreitet, kann man so die Entfernung bestimmen. Das Prinzip der Laufzeitmessung liegt hier zugrunde. Werden die Entfernungen von mindestens drei Punkten aus zum Empfänger gemessen (Trilateration), können die Koordinaten des jeweiligen Standorts ermittelt werden.

Das Messprinzip ist jedoch in der Realität viel aufwendiger und komplexer. Sämtliche Globalen Navigationssatellitensysteme arbeiten heute mit Pseudostrecken (Differential GPS – DGPS) und nicht mit einer einfachen Laufzeitmessung, da die Satelliten- und Empfängeruhren nicht oder nur annähernd genau synchron sind. Daher ist die Distanzmessung zu lediglich drei Satelliten nicht ausreichend, so dass ein vierter zur Zeitsynchronisation benutzt wird. Das ist gerade bei bewegten Objekten sehr wichtig. Heutige GNSS-Systeme sind Multi-GNSS fähig und können die Signale mehrerer Systeme nutzen. Je mehr Satelliten genutzt werden, desto genauer wird die Positionsbestimmung. Genau genommen sind neben den Weltraumsatelliten und dem Endgerät des Nutzers noch Bodenstationen (Ground Base Augmentation System – GBAS) und geostationäre Satelliten (Satellite Base Augmentation System - SBAS) mit Korrektursignalen an der Ortung beteiligt

Bei einer Umlaufbahn von circa 20.000 km und Bahngeschwindigkeiten von etwa 14.000 Kilometern pro Stunde treten relativistische Effekte auf, die zu berücksichtigen sind. Weitere Fehlerquellen können entstehen durch die Bewegung der Erde selbst, atmosphärische Störungen, Wetterbedingungen usw.

Ein Großteil dieser Fehler wird zwar korrigiert und fließt automatisch in die Berechnung des Standortes ein; letztlich wird aber nur eine Genauigkeit von ungefähr 5 - 15 m im Außenbereich erzielt. Grundvoraussetzung dabei ist die möglichst direkte Sicht zum Himmel. Für viele Anwendungen im Außenbereich ist das ausreichend. Im Innenbereich oder bei Ortung im Submeter-Bereich werden andere Technologien benötigt..



Bildquelle: ublox

## Was ist A-GPS (Assisted GPS)?

GPS wurde für eine dauerhafte Verbindung entwickelt, die nicht permanent gegeben ist. GPS-Empfänger speichern den sogenannten Almanach, der die Bahndaten und aktuelle Fehlerkorrekturen des Satelliten enthält, auf dem Endgerät zwischen. Bei längerer Inaktivität dauert dieser Download einige Minuten. In dieser Zeit ist keine Ortung möglich. A-GPS möchte diesen Nachteil beseitigen. Bei A-GPS handelt es sich um ein unterstütztes Globales Positionierungssystem (Assisted Global Positioning System), bei welchem Hilfsdaten übertragen werden.

Nutzer erhalten bereits kurz nach dem Einschalten eine Ortsangabe, was mit der normalen GPS-Verbindung nicht möglich wäre.

A-GPS nutzt hierfür das GSM-Mobilfunknetz wodurch Kosten anfallen können. Zu den erweiterten Informationen gehören beispielsweise die Entfernungen zum nächsten Sendemast.

Dadurch wird eine genauere und schnellere Positionsbestimmung möglich.

Technologie-Vergleich Echtzeit-Lokalisierung (RTLS)

Technologie	Reichweite	Energieverbrauch	Genauigkeit	Identifikation	Präsenz-Erkennung	Nachteile
Infrarot	1 – 5 m	Low	m	✗	✓	Erfordert direkte Sichtlinie, kann leicht durch undurchsichtige Gegenstände blockiert werden
Laser	1 – 5 m	High	mm	✗	✓	Erfordert direkte Sichtlinie, nur relative Positionierung, hohe Infrastrukturkosten
Ultraschall	1 – 10 m	Low	cm	✗	✓	Empfindlich gegenüber akustischem Rauschen
Kamera	1 – 10 m	High	mm – dm	✗	✓	Benötigt große Rechenleistung, Erfordert direkte Sichtlinie
Bluetooth	1 – 20 m	Low	m	✓	✓	Störungen im freien 2,4GHz-Band
Ultra Wideband	1 – 50 m	Low	cm – dm	✓	✓	Signale können durch große metallische Gegenstände blockiert werden
RFID	1 – 50 m	Low	dm – m	✓	✓	geringe Abdeckung, unsichere Kommunikation
Wi-Fi	1 – 50 m	High	m	✓	✓	Störungen im freien 2,4GHz-Band
Dead Reckoning	1 – 100 m	High	0,1 % – 20 % ratio	✗	✗	Fehlerrate steigt schrittweise, nur relative Positionierung
Pseudolit	1 – 1.000 m	High	cm – dm	✓	✗	Signalstörungen durch Multipathausbreitung, ungenaue Uhren
LoRa	1 – 25 km	Low	50-100 m	✓	✓	keine Echtzeitverfolgung

Bildquelle: m2m Germany

Zur Indoor-Ortung stehen uns heute eine Reihe von Technologien und Verfahren zur Verfügung, deren charakteristische Merkmale am besten in einer Übersicht zusammengefasst werden können. Es lässt sich bereits hier unschwer erkennen, dass es bis heute noch kein Verfahren gibt, das sämtliche Ansprüche an Genauigkeit, Batterieverbrauch und Reichweite gibt. Die einzelnen Verfahren werden im Detail nicht näher vorgestellt, da diese auch permanent weiterentwickelt und verbessert werden.

Ein Beispiel ist die Spezifikation von BLE V5.1 Direct Finding (DF), welches neben der Funkpeilung auch AoA/AoD-Verfahren nutzt. Die Technologie bietet kurze Latenzzeiten, höchste Ortungsgenauigkeit und Zuverlässigkeit. In Verbindung mit neuesten Algorithmen und aktueller Softwaretechnik entstehen hochpräzise Lösungen. LoRa® RSSI/TDoA im Bereich der Indoor-Navigation hat eher noch Forschungscharakter, wobei erste Geräte bereits auf dem Markt verfügbar sind.

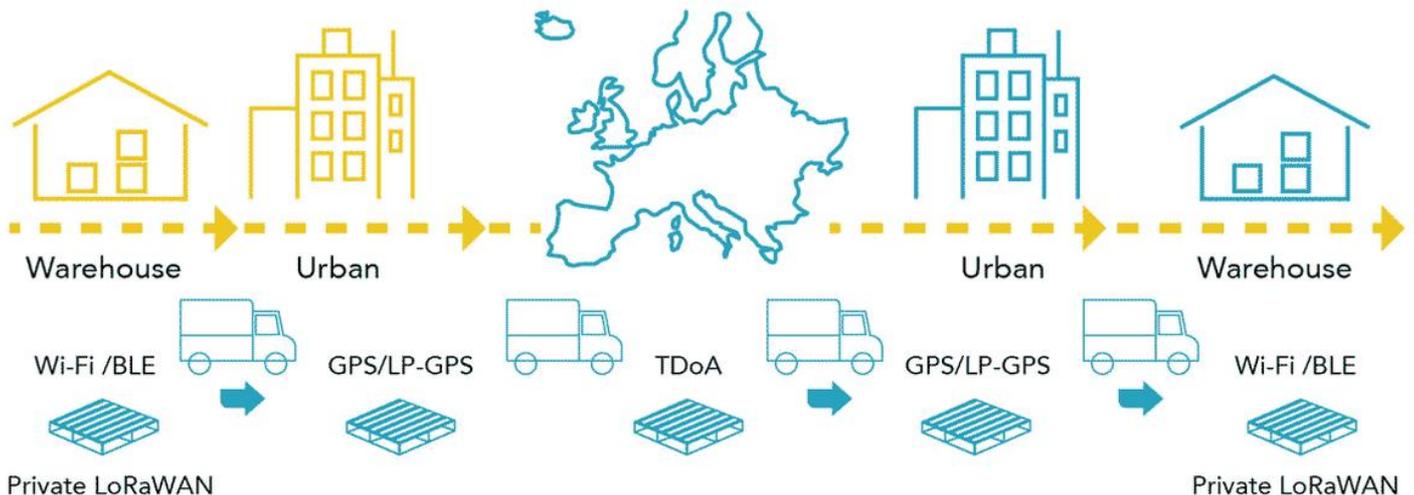
## Hybride Verfahren

Sogenannte Multi-Mode Tracker, die im Innen- wie auch im Außenbereich funktionieren, erfreuen sich zunehmender Beliebtheit. Hierbei setzen einige Hersteller auch auf die Weitverkehrsfunktechnologie LoRa®/LoRaWAN®, da diese im Vergleich zu GNSS in Verbindung mit Mobilfunk eine bessere Energiebilanz aufweist.

Um möglichst kostengünstige IoT-Endpunkte herzustellen, musste auch die Hardware solcher Systeme angepasst und Verarbeitungsleistung und Speicherkapazität entsprechend verringert werden. Durch diesen dezentralen Ansatz werden GPS-Berechnungen tendenziell außerhalb des Endgeräts durchgeführt.

Die vom GPS-Gerät gesammelten Satellitendaten (Ephemeride und Almanach) sind bereits auf einem Server vorinstalliert. In diesem Fall sammelt der GPS-Empfänger nur Rohdaten von Satelliten und überträgt diese dann über das LoRaWAN®-Netzwerk an einen Standortassistentenserver. Der Server kombiniert diese Informationen mit bekannten Satellitenbahnen und berechnet die Endposition. Der gesamte Prozess findet in der Cloud statt. Das geht viel schneller als im Gerät und ist energiesparend. Diese patentierte Technologie wird unter Low Power GPS (LP-GPS) vermarktet.

Wenn ein eigenständiger GPS-Empfänger seine erste Position also seine erste Korrektur erhalten muss, benötigt er ein ausreichend starkes Signal. Mit LP-GPS können diese Signalstärke-Einschränkung umgangen werden. Unter guten Bedingungen kann ein Low-Power-GPS-Gerät eine erste Korrektur unter 10 Sekunden anstelle von 1 Minute für ein Standard-GPS-Gerät durchführen, was einen schnellen Time to First Fix (TTFF) gewährleisten soll.



Bei schlechtem Signal verbraucht ein normaler GPS-Empfänger viel Energie, um die genauen Bahndaten des jeweiligen Satellits (Ephemeride) zu sammeln. Da diese Daten bereits auf dem Server verfügbar sind, liefert LP-GPS weiterhin eine Position mit einer Genauigkeit, die von der Anzahl der in Reichweite befindlichen Satelliten abhängt. Neben GPS/LP-GPS, was hauptsächlich innerstädtisch zum Einsatz kommen soll, können BLE und WiFi in Gebäuden und LoRaWAN® TDOA im ländlichen Bereich zur Verwendung kommen.

Mit der LoRaWAN®-Technologie kann der Standort aller Geräte mit Triangulation geschätzt werden. LoRaWAN® ist eine nicht synchronisierte Funktechnologie. Dies bedeutet, dass jedes LoRaWAN®-Gateway in Reichweite die Daten mit dem zentralen Netzwerkserver verbindet. Wenn sich 3 oder mehr Gateways in Reichweite befinden, kann ein Zeitunterschied bei der Ankunft für Pakete geschätzt und ein Standort berechnet werden. LoRaWAN®-Gateways werden mithilfe von GPS-Empfängern in den Gateways zeitsynchronisiert. Die Genauigkeit des Standorts ist sehr empfindlich gegenüber Funkumgebungen, aber eine Genauigkeit zwischen 20 m in weitgehend offenen Gebieten und 100 m in städtischen Gebieten sind Durchschnittswerte. Da nur LoRaWAN® verwendet wird, ist es die energieeffizienteste Ortungstechnologie und eignet sich für viele Anwendungsfälle, in denen keine Metergenauigkeit erforderlich ist.

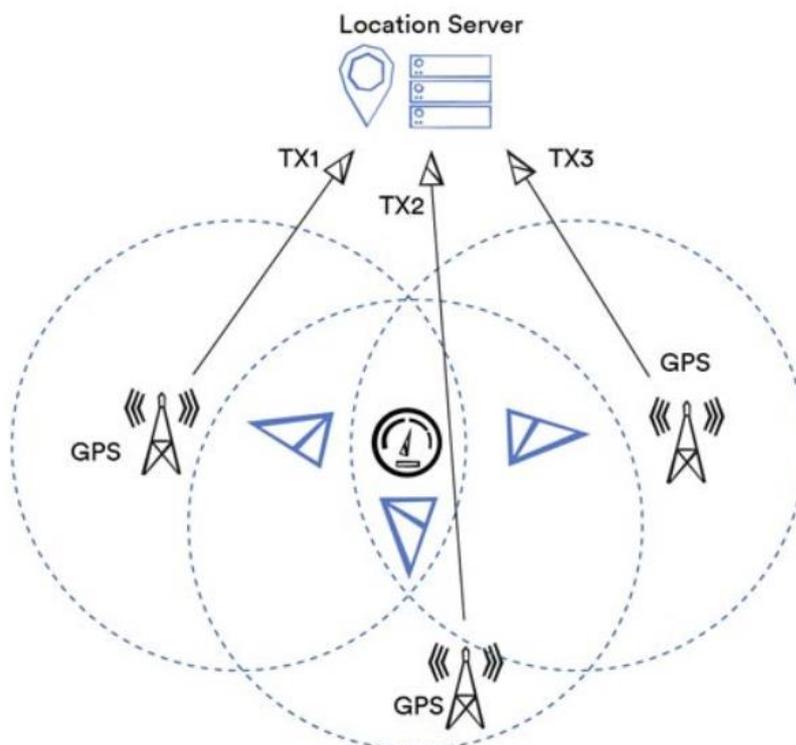


## LoRa®-Tracker bei Outdoor-Ortung

Der LoRa®-Tracker muss für die Outdoor-Ortung mittels LoRa®-TDoA mindestens 3 Gateways in Reichweite haben. Jedes Gateway empfängt Daten vom Gerät mitsamt Signalstärke und Zeitstempel und leitet diese zusammen mit weiteren Metadaten an den sogenannten Geolocation-Solver weiter. Der Geolocation-Solver beispielsweise berechnet hieraus die Position, die mit einer Genauigkeit von 30 ns mit der GPS-Zeitreferenz synchronisiert sind.

Um eine Nanosekunde Präzision bei der Zeitmessung zu erreichen, ist ein genauer Zeitsynchronisationsmechanismus unter Verwendung von GPS zwischen den Gateways erforderlich.

Im Vergleich zu GPS erfordert die netzwerkbasierte Geolokalisierung in der Regel bis zu 50-mal weniger Energie pro Fix. LoRaWAN® ist eine bidirektionale Kommunikationstechnologie und definiert Befehle, mit denen das Netzwerk die Sendeleistung, die Uplink-Wiederholungsrate und die Datenrate (Spreizfaktor) steuern kann. In einigen Ländern ermöglichen Roaming-Vereinbarungen mit öffentlichen LPWAN-Netzen auch eine präzise Überwachung während des Transits.



Bildquelle: Activity

# Anwendungsbeispiel Flughafen

Immer mehr Unternehmen haben Asset Tracking und Management-Lösungen eingeführt, mit denen sie die Vermögenswerte von Flughäfen verfolgen und die Effizienz von Bodenabfertigungs- und Wartungsroutinen verbessern können. Schätzungen zu Folge, betrug die weltweit installierte Basis für aktive Flughafen-Asset-Tracking-Systeme im Jahr 2019 über 0,2 Millionen Einheiten. Mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate (CAGR) von 15,4 Prozent wird die aktive installierte Basis auf nahezu 0,5 Millionen Einheiten weltweit geschätzt.

Dies umfasst alle Flughafen-Asset-Tracking-Systeme, die für verschiedene motorisierte Bodenunterstützungsgeräte (GSE), nicht motorisierte Geräte (NME) sowie andere Flughafen-Assets eingesetzt werden und schließt auch Straßenfahrzeuge, die oft in Flughafenumgebungen verwendet werden, mit ein.

Viele bestehende Tracking-Lösungen verwenden ausschließlich GPS-Empfänger und übermitteln ihren Standort über eine Mobilfunk-Verbindung. Ein GPS-Tracker muss hierfür je nach Verwendung möglicherweise alle paar Wochen aufgeladen werden. Zudem entstehen Kosten durch die Nutzung von Mobilfunk. LoRaWAN® entwickelt sich rasant und wird von den Bedürfnissen der Industriekunden angetrieben. Neuartige, kostensparende LoRaWAN®-Tracker bieten eine netzwerkbasierte Alternative, mit der jedes über LoRaWAN® verbundene Gerät lokalisiert und verfolgt werden kann.

## Cargo-Tracking



## Safety-Tracking



## Ground-Handling



## Asset-Management



# Was m2m Germany für Sie tun kann

Als Spezialist für M2M und IoT Lösungen unterstützt die m2m Germany GmbH seit mehr als 10 Jahren Ihre Kunden bei der Umsetzung von Digitalisierungsprojekten und versteht sich als „Enabler“ neuer Geschäftsmodelle und Möglichkeiten wie Big Data und Co.

Der technische Fokus liegt dabei auf modernen Funktechnologien wie LTE, Bluetooth, LoRa® oder NB-IoT. Dabei kann m2m Germany auf langjährige Erfahrung aus Entwicklungs- und Forschungsprojekten zurückgreifen und begleitet Ihre Kunden von der Idee über die Projektierung, Prototyping und Serienentwicklung bis hin zum After-Sales- Service.



Mit Ihrem 20-köpfigen Team und kurzen Entscheidungswegen arbeitet m2m Germany auf Augenhöhe mit mittelständischen Unternehmen und liefert Großunternehmen die notwendige Agilität und Flexibilität in Digitalisierungsprojekten.

Als Distributor namhafter Hersteller und über Partnerschaften mit Spezialisten vom Gehäusedesign über Elektronikfertigung bis hin zur Cloud- und BI-Lösung, kann m2m Germany auf Wunsch als One-Stop-Shop komplette Lösungen aus einer Hand liefern.

Durch die eigene Entwicklungsabteilung und diverse Kooperationen mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen, sowie zahlreichen, prämierten Produktinnovationen, belegt m2m Germany seine wireless Technologie Kompetenz.

Lösungen von m2m Germany werden in der industriellen Automatisierung, beim Remote Management & Monitoring, in der Telematik, beim Flottenmanagement und für Transport/Logistik eingesetzt.

....we make your business wireless

©2019 m2m Germany GmbH. Alle Rechte vorbehalten.  
Alle anderen Unternehmens- und Produktnamen sind Marken der jeweiligen Firmen.



m2m Germany GmbH  
Am Kappengraben 18-20  
61273 Wehrheim

+49 (0) 6081 587 3860  
sales@m2mgermany.de  
www.m2mgermany.de