

Positionstechnologie im Fahrzeug

Stefan Döring

Volkswagen Infotainment GmbH



Agenda

- 1 Zur Person
- 2 Unser innovatives Kompetenzzentrum
- 3 Connected Car – Online Connectivity Unit
- 4 Unsere Software Kompetenzen
- 5 Einführung in GNSS-Systeme
- 6 GNSS-Nutzung im Fahrzeug
- 7 GNSS-Technologien & NAD-Modul
- 8 Zusammenfassung / Fragen



VOLKSWAGEN

INFOTAINMENT



1 Zur Person

Stefan Döring – Dipl.-Ing. (FH)

1994-1998 Studium der Elektrotechnik – FH-Münster
Automatisierungstechnik / Prozessinformatik

1998-2000 Software Ingenieur – epro GmbH, Gronau
Verantwortlich für die Machine Monitoring Service PC Software (Windows)

2000-2008 Senior Design Engineer Software – Nokia GmbH, Bochum
Verantwortlich für die Nokia Test & Service PC Software (Windows)

2008-2011 Senior Embedded Systems Software Developer – BlackBerry GmbH, Bochum
Verantwortlich für die Bereiche GPS/A-GPS, USB und OverTheAir Software Updates (Embedded Software)

2011-2014 Global Technical Lead GPS and INS – BlackBerry GmbH, Bochum
Verantwortlich für den Bereich GPS/A-GPS Software für Produkte mit BlackBerry OS V5.0 - 7.1 & BlackBerry 10 (Embedded Software)

Stefan Döring – Dipl.-Ing. (FH)

2014-2016 Software Team Leader Wireless Connectivity - Novero GmbH, Bochum

Verantwortlich für die Bereiche Cellular Modem (2G, 3G, 4G/LTE), GPS/GNSS, Wi-Fi, Bluetooth und eCall

2016-2018 Functional Owner - Mobile Online Dienste - Volkswagen Infotainment GmbH, Bochum

Verantwortlich für die Konzern-Luftschnittstelle der Mobilien Online Dienste zwischen Fahrzeug und Backend

seit 2018 Software Team Lead - Positioning / Modem / Ethernet / eCall

Volkswagen Infotainment GmbH, Bochum

Verantwortlich für die Softwarekomponenten Positioning (GPS / GNSS), Cellular Modem (2G/3G/4G/5G), Ethernet & eCall – Schwerpunkt Online Connectivity Unit (OCU)

Leitung eines Teams von 17 internen und 3 externen Softwareentwicklern

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/doering/>

VOLKSWAGEN

INFOTAINMENT



2 Unser innovatives Kompetenzzentrum

Entwicklungsstandorte in Bochum und Wolfsburg

Bochum 1118 Beschäftigte

Grete-Schickedanz-Straße 7

- Büro- und Engineeringgebäude, Forschungs- und Entwicklungswerkstatt

Wolfsburg-Warmenau 62 Beschäftigte

Birnbaumstücke 5

- Büros mit direkter Anbindung zum Kunden Volkswagen
- Im MOD-Haus: Werkstatthalle

Unser HQ in Bochum

- Vereinigung von vormals drei Bochumer Standorten
- Teil des Innovationsquartiers MARK 51°7
- Gesamtfläche ca. 20.000 m²
- Fünf Etagen
- 40 Fahrzeugstellplätze in der Entwicklungshalle
- 431 Stellplätze im Parkhaus

Standort Wolfsburg

- Befindet sich im EDAG-Gebäude
- Vier Etagen
- Im Erdgeschoss der Riegel A und B (farblich markiert)
- Büros mit direkter Anbindung zum Kunden Volkswagen
- im MOD-Haus: Werkstatthalle

Das Unternehmen



Gründung der
Gesellschaft

2014

Teil des
weltweiten
Volkswagen-
Konzerns



- » 120 Produktionsstandorte
- » Mehr als 662.000 Beschäftigte
- » 8,3 Millionen produzierte Fahrzeuge



Beschäftigte

Stand:
Februar 2026

1180

Mio. EUR
Umsatz 2024



179



Nationen

51



Breites Spektrum
an Kompetenzen in
den Bereichen

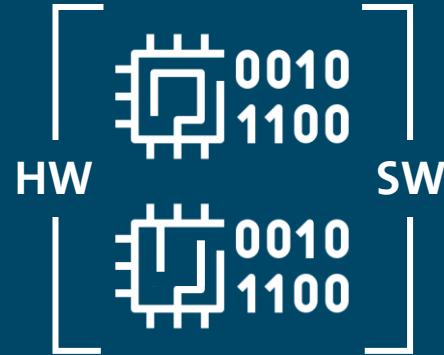
- » Software
- » Engineering
- » System Verifikation
- » Projektmanagement



Zertifiziert nach
ISO 9001:2015



Unser Portfolio



CONNECTED VEHICLE

- ECU HW- und SW-Entwicklung
- Backendkomponenten Entwicklung
- Kommunikationslösungen
- Wireless & Communication Standards

EMBEDDED COMPUTE PLATFORM

- HW Plattformlösung
- SW Plattformlösung
- SW System & Target Integration
- ECU Entwicklung

DIGITAL EXPERIENCE

- Runtime Lösungen
- Middleware Lösungen
- Appkomponenten Entwicklung
- Backendkomponenten Entwicklung
- Funktionen

3 Connected Car – Online Connectivity Unit

Always On

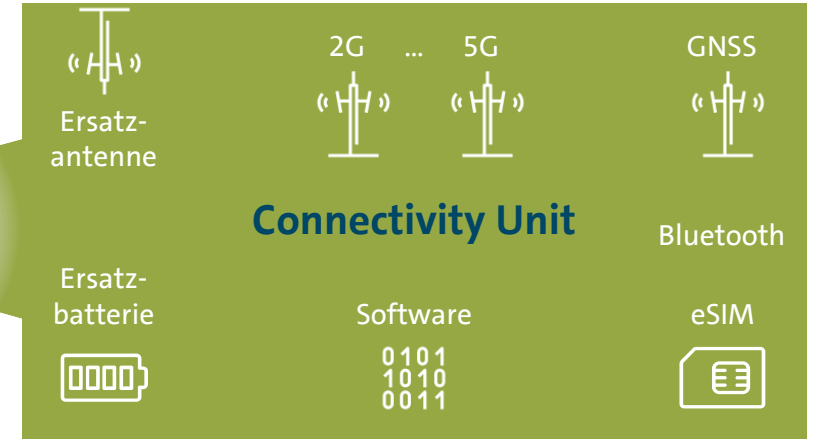
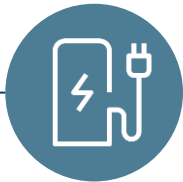
Online Connection



Apps



Umwelt



Connectivity HW & SW Entwicklung

Hausinternes Hardware Prototyping

- Vollständige Eigenentwicklung vom Schaltplan bis zur Montage
- Eigene SW-Entwicklung für das Testblade

Connectivity Platform Entwicklung

- Software Lifecycle Management
- Variantenmanagement und Branching

Software Stack

- Modem
- Positioning
- Basis Software
- Middleware
- Online Services
- Cybersicherheit

- Call Services
- Audio
- Update
- Diagnose
- Bluetooth
- V2X
- Etc.

eCall - Software, die Leben rettet

Notruf-Lautsprecher

Public Safety Answering Point

PSAP: Gesetzlich vorgeschrieben (112)

Emergency Control Einheit

(Inklusive Ersatzbatterie und Antenne)

Airbag Einheit

(Berechnung des Schweregrads)



NAV + Mobil Antenne

(GPS/GALILEO/GLONASS + GSM/UMTS/LTE)

Mikrofon

Button-Modul

2. LTE-Antenne

Next Generation eCall

Next Generation eCall Startet am 01.01.2027

Viele Komponenten in Plattformen und Fahrzeugen müssen durch die NG-eCall-Verordnung re-homologiert werden

- Derzeit müssen alle Fahrzeugtypen mit leitungsvermittelten eCall-Systemen (2G, 3G) ausgestattet sein.
 - Neue EG-Verordnung: Wechsel zum gebündeltem System NG eCall (4G und 5G)
 - Herausforderungen in Bezug auf die Umsetzung in der Autoindustrie und auf ältere Fahrzeuge
 - Bemühungen der Industrie, Politikern und Aufsichtsbehörden das Problem zu erklären
- u. a. über Fachverbände: ACEA, VDA, 5GAA

The image shows the interior of a modern Volkswagen car. The steering wheel is in the foreground, featuring the VW logo and 'AIRBAG' text. The dashboard is illuminated with blue ambient lighting. A large infotainment screen in the center displays the time '16:13'. The overall aesthetic is sleek and high-tech.

4 Unsere Software Kompetenzen

Software Development

In den folgenden Software-Bereichen setzen wir Anforderungen um, entwerfen Architekturen, entwickeln, managen, beheben Fehler, konfigurieren, bauen und geben frei:

- Betriebssysteme und Fahrzeugschnittstellen
- Sicherheit und Kurzstrecken Protokolle
- System Integrität und Modem
- Mobile Online Dienste und Anwendungen



Betriebssysteme & Fahrzeugschnittstellen

OS
 Treiber
 Inter-Prozess-Kommunikation
 Audio Routing
 CAN
 Bedien-Anzeige-Protokoll
 A-Ethernet
 Positioning
 Diagnose



Sicherheit & Kurzstrecken-Protokolle

Datensicherheit
 Bluetooth
 Kessy HF
 NFC
 Test-Framework Entwicklung
 Logging (Geräteseite)



System Integrität & Modem

Stabilität
 Power Management
 Over-The-Air Fehlersuche
 Over-The-Air SW Updates
 Modem
 WiFi



Mobile Online Dienste & Anwendungen

Java Virtual Machine
 Vehicle Abstraction Layer
 MODs
 Applikation und Tools
 Logging (PC-Seite)

5 Einführung in GNSS-Systeme

Global Navigation Satellite Systems (GNSS)

GNSS-Systemsegmente bestehen aus:

- Weltraum - Satelliten
- Boden - Kontrollstationen
- Nutzer – Anwendung in Mobiltelefon, Autos, Schiffen, Luftfahrt, Landwirtschaft, etc.

Diese stellen zusammen präzise Positionsdaten bereit.



Quelle: Von United States Air Force photo by Airman 1st Class Mike Meares



Struktur und Komponenten der GNSS-Systeme

- **Weltraumsegment**

Mindestens 24 Satelliten kreisen in mehreren Umlaufbahnen in einer Höhe von ca. 20.200 km (GPS) um die Erde und senden präzise Zeit- und Bahndaten.

(z.B. GPS: <https://www.navcen.uscg.gov/gps-constellation>)

- **Kontrollsegment**

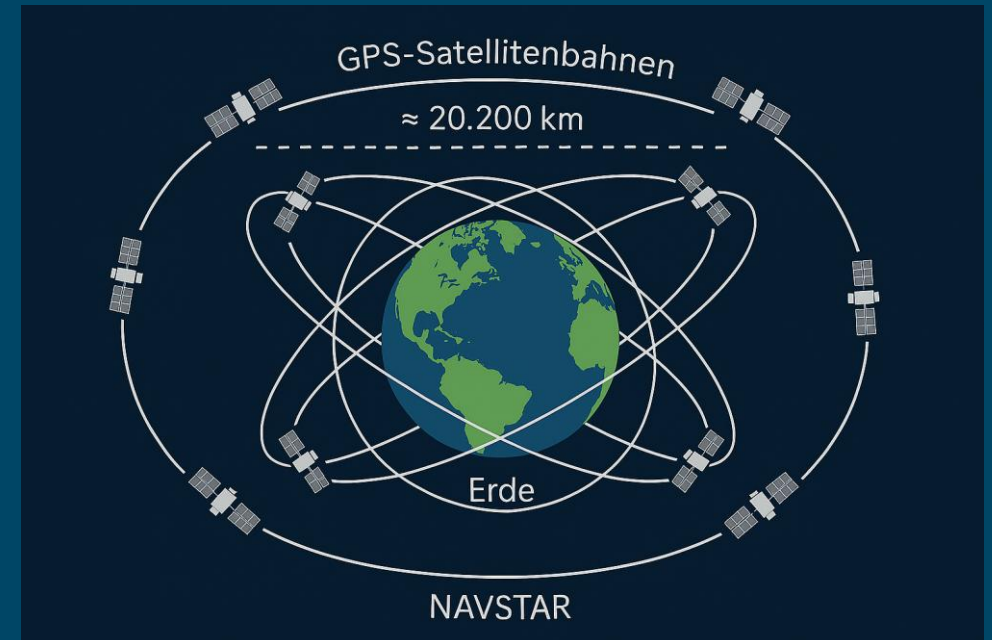
Ein globales Netzwerk von Bodenstationen überwacht Satelliten und synchronisiert die Atomuhren.

- **Nutzersegment**

GNSS-Empfänger in Smartphones, Fahrzeugen und Geräten berechnen die Position anhand der empfangenen Nachrichten der GNSS-Satelliten.



Quelle:KI generiert



Quelle:KI generiert

Übersicht der weltweiten GNSS-Systeme

Globale Systeme

- GPS (USA, 1995)
- GLONASS (Russland, 2011)
- Galileo (EU, 2016)
- Beidou (China, 2011)

Lokale Systeme (geostationär)

- QZSS – Quasi Zenith Satellite System (Japan)

Regionales System für Japan und den asiatisch-pazifischen Raum.

- IRNSS (Indien)

Regionales System (Indischer Ozean-Raum)

Multikonstellation und Kompatibilität

Mehrere GNSS-Systeme wie GPS, Galileo, GLONASS & Beidou können zusammen für verbesserte Genauigkeit genutzt werden.

GPS – Details:

L1 Frequenz = 1575,42 Mhz (zivile Nutzung)

L5 Frequenz = 1176,45 Mhz (seit 2014)

Navigationsnachricht: Länge 1500 Bits

Inhalt: GPS-Zeit, Satelliten-Health-Status, Ephemerisdaten, Almanach

Satellite Based Augmentation System (SBAS)

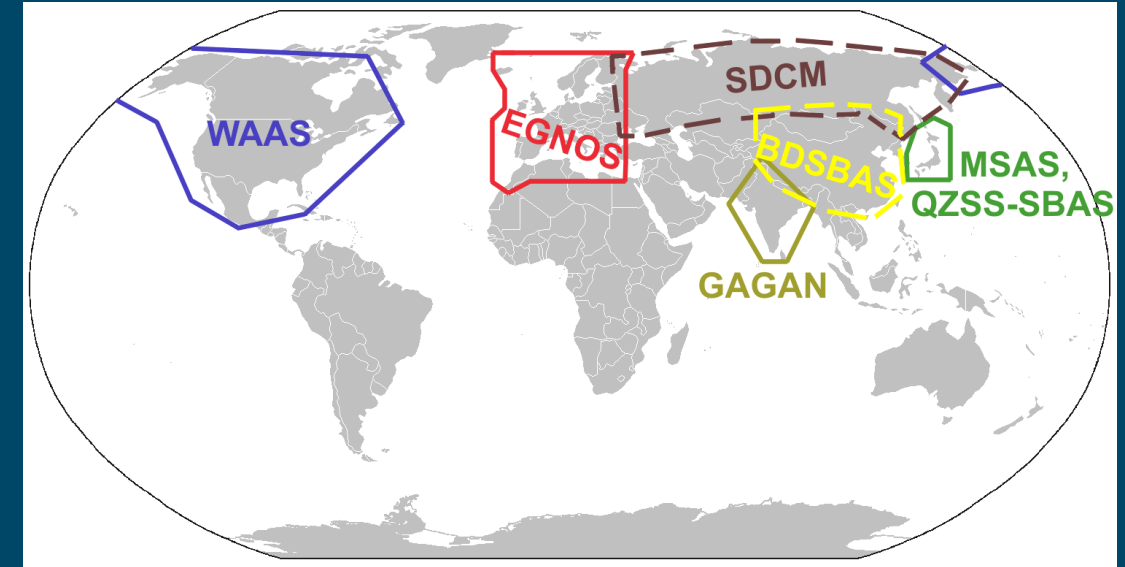
SBAS ist ein satellitengestütztes Ergänzungssystem, das GNSS-Signale (wie GPS, Galileo) verbessert, indem es zusätzliche Korrekturen und Integritätsinformationen liefert.

Genauigkeit:

Korrigiert Fehler im Satellitensignal (z. B. durch Atmosphäre, Satellitenuhren, Bahndaten). Typische Genauigkeit: 1–2m, statt 5–10m bei normalem GPS.

Integrität:

Überwacht die Zuverlässigkeit der Satellitensignale und warnt bei Fehlern innerhalb von Sekunden.



Quelle: Von Persimplex - Eigenes Werk. Almost identical to a map in Refinement of Broadcast Integrity Methods for Space Based Augmentation System Selection

Grundprinzip der Positionsbestimmung

- **Messung der Signallaufzeit**

GNSS bestimmt Position durch Messung der Laufzeit von Signalen zwischen Satelliten und Empfänger.

- **Trilateration zur Positionsbestimmung**

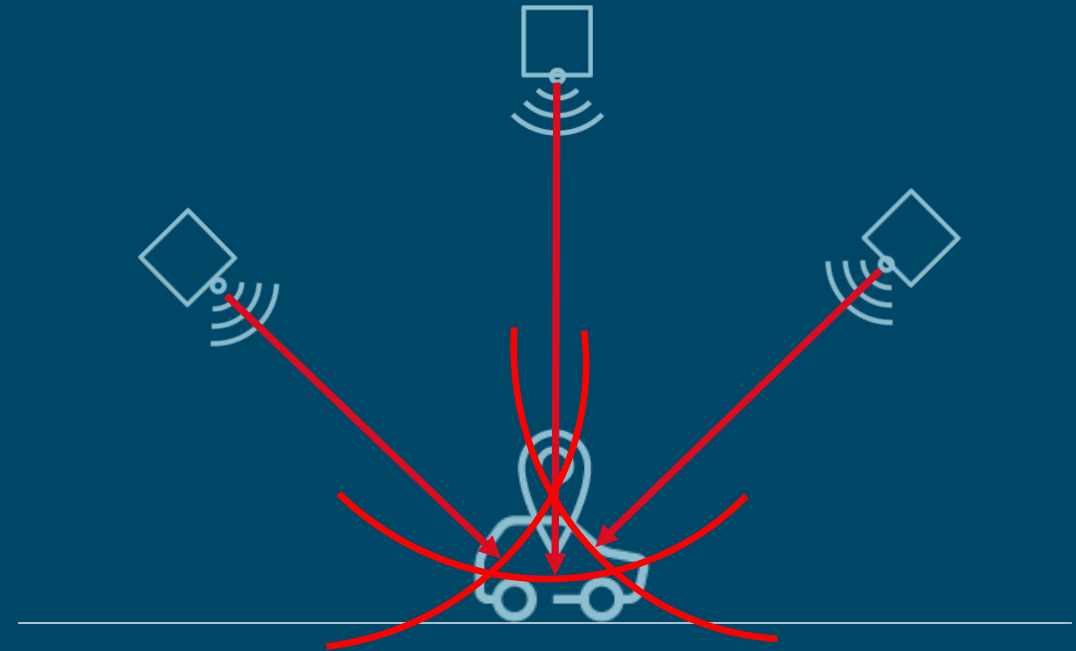
Die Position wird durch den Schnittpunkt von Entfernungskugeln zu mindestens 3 bzw. 4 Satelliten ermittelt.

- **Einfluss externer Faktoren**

Atmosphärische Effekte und Reflexionen können GNSS-Signale verzögern und die Genauigkeit beeinträchtigen.

- **Verbesserung der Genauigkeit**

Mehrfrequenzmessungen und Korrekturdaten von Bodenstationen erhöhen die Positionsgenauigkeit.



GNSS-Fixtypen

- **2D Fix:**
Zweidimensionale Position aus mindestens 3 Satelliten.
- **3D Fix (inkl. Höhe):**
Dreidimensionale Position aus mindestens 4 Satelliten.

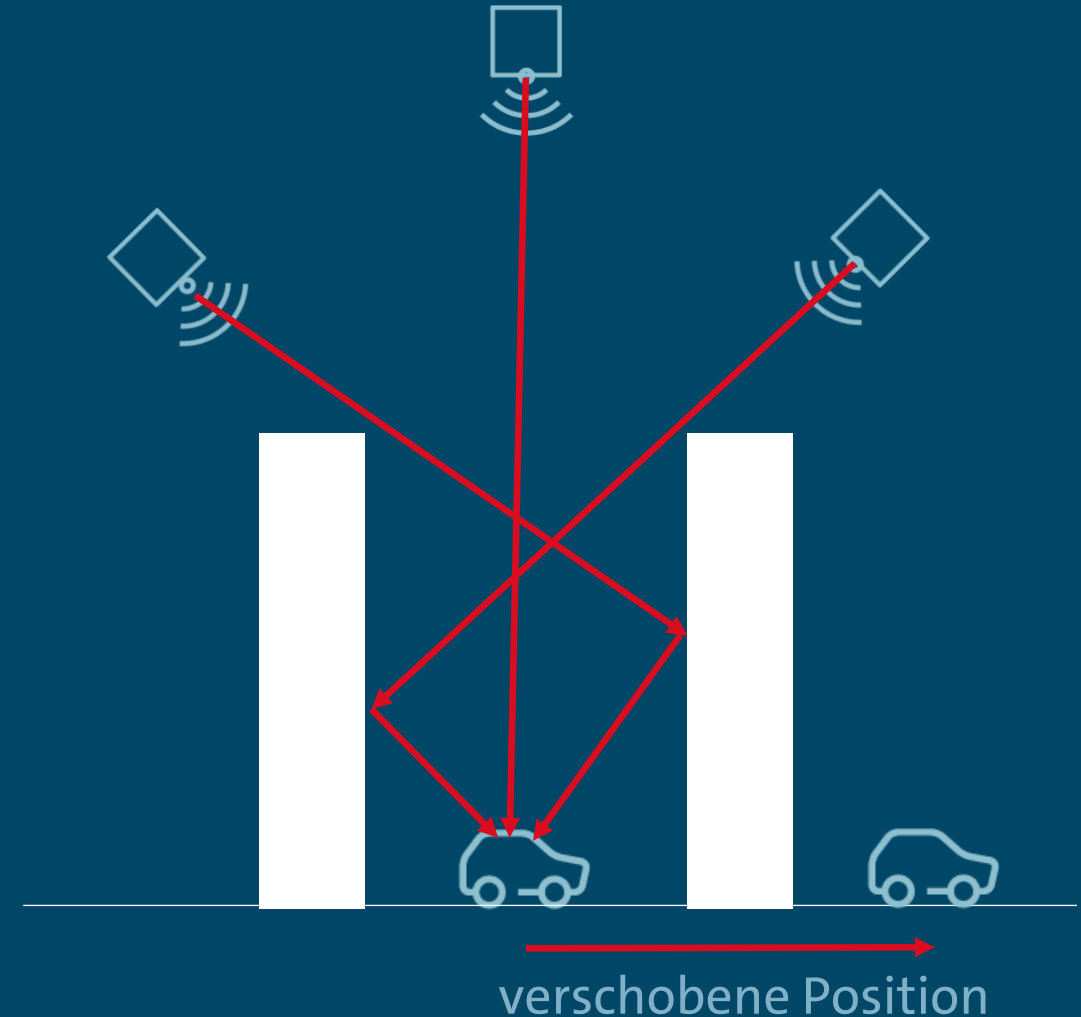
Signalprobleme durch Multipath

Multipath bei GNSS bedeutet, dass ein Satellitensignal nicht nur auf direktem Weg zur Antenne gelangt, sondern zusätzlich über Reflexionen an Gebäuden, Boden, Wasserflächen oder anderen Objekten.

Diese reflektierten Signale treffen verzögert ein – und genau diese Verzögerung verfälscht die Positionsbestimmung.

Multipath kann:

- Positionsfehler verursachen (von wenigen Zentimetern bis zu mehreren Metern).
- Signalqualität verschlechtern (C/N0 sinkt).
- Tracking instabil machen, besonders in urbanen Umgebungen („Urban Canyon“).





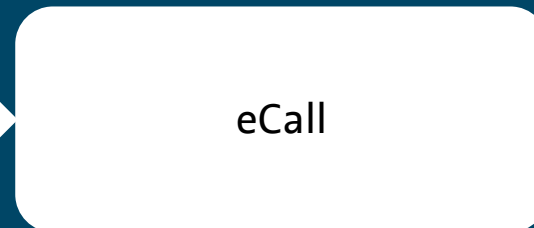
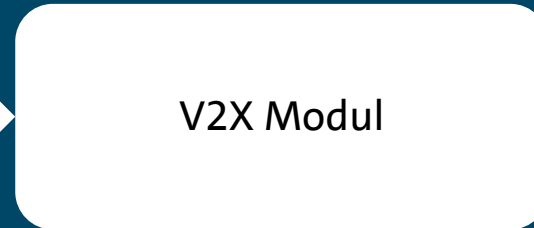
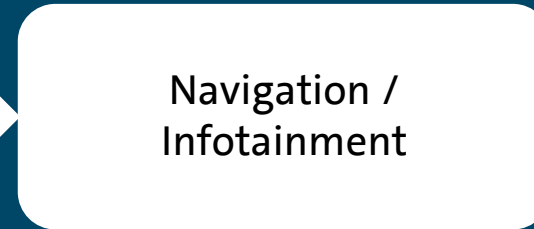
6 GNSS-Nutzung im Fahrzeug

Nutzung von GNSS im Fahrzeug – Blockdiagramm



Positionsdaten
via Fahrzeugbus

- Latitude / Longitude
- Höhe
- Geschwindigkeit
- Richtung
- Fix-Typ
- Anzahl der Satelliten



GNSS im Fahrzeug – Navigation & ADAS

- **Navigation und Routenführung**

GNSS liefert die Position, die für die Routenführung benötigt wird. Oft auch kombiniert mit Kartenmatching (Map Matching). Stau- und Verkehrsdaten werden auch anhand der aktuellen Position und des Routenverlaufs abgefragt.



- **Assistenzsysteme (ADAS - Autonomes Fahren)**

GNSS ist ein Bauteil für moderne Assistenzsysteme kombiniert mit z.B. Kamera, Radar, Lidar & Sensoren:

- Spurhalteassistenten
- Adaptive Geschwindigkeitsregelung (Tempolimits)
- Predictive Cruise Control (vorausschauende Anpassung der Geschwindigkeit)



GNSS im Fahrzeug – V2X / C2X

V2X / C2X („Vehicle-to-Everything“ / „Car-to-Everything“) steht für die Kommunikationformen, bei denen ein Fahrzeug drahtlos Informationen mit seiner Umgebung austauscht. Dafür wird entweder WLANp oder Cellular-V2X (4G / 5G) genutzt.

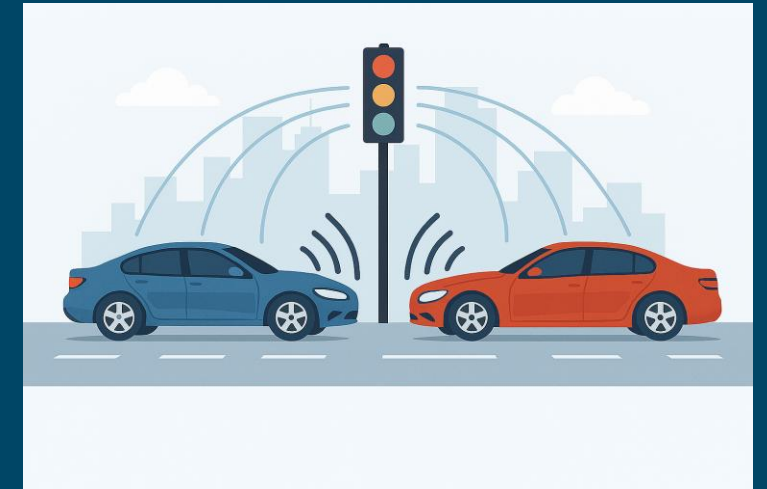
Das Ziel ist mehr Sicherheit, bessere Verkehrsflüsse und Unterstützung von ADAS-Systemen.

V2V – Vehicle-to-Vehicle

Bei der Fahrzeug-zu-Fahrzeug Kommunikation werden z.B. Positionsdaten, Geschwindigkeit, Bremsmanöver und Warnungen zwischen den Fahrzeugen ausgetauscht. GNSS liefert die zeitliche und räumliche Referenz. Die Position und präzise Zeitbasis von GNSS ist wichtig für die Funktion von V2V.

V2I – Vehicle-to-Infrastruktur

Fahrzeuge kommunizieren mit Ampeln, Verkehrsschildern, etc., um z.B. Ampelraten (z.B. Grüne Welle), Straßeninformationen, Sperrungen abzufragen.



Quelle: KI generiert

GNSS im Fahrzeug - eCall

Für den gesetzlichen und privaten eCall ist die Nutzung der GNSS-Position eine der wichtigsten Informationen, um schnell Hilfe zu bekommen.

Arten des eCalls:

- Automatischer Notruf: Dieser wird z.B. durch einen Unfall (Airbag löst aus) gestartet.
- Manueller Notruf: Der Fahrer drückt die SOS-Taste im Auto, falls Hilfe benötigt wird.



GNSS im Fahrzeug – Weitere Nutzungsbeispiele

- Volkswagen App – Letzte Parkposition
- Pannruf
- Logistik- und Flottenmanagement
- Car Sharing, Lieferdienste
- Telematiksystem für z.B. Versicherungen
- Diebstahlverfolgung
- GNSS basierte Mautsysteme (z.B. LKWs in D)



IQ.LIGHT

7 GNSS-Technologien & NAD Modul

Dead Reckoning (DR)

GNSS Dead Reckoning („Fortschrittnavigation“) ist ein Verfahren, bei dem klassische GNSS-Positionsdaten (z. B. GPS, Galileo) mit Sensoren im Fahrzeug kombiniert werden, um auch dann eine stabile Position zu liefern, wenn das Satellitensignal schlecht oder ganz weg ist – etwa in Tunneln, Häuserschluchten oder Parkhäusern.

Die nächste Position wird ausgehend von der letzten bekannten Position berechnet, basierend auf:
GNSS-Koordinaten (Latitude/Longitude), Richtung (Heading), Geschwindigkeit & Bewegungsänderungen

Die GNSS-Daten werden mit zusätzlichen Sensordaten kombiniert:

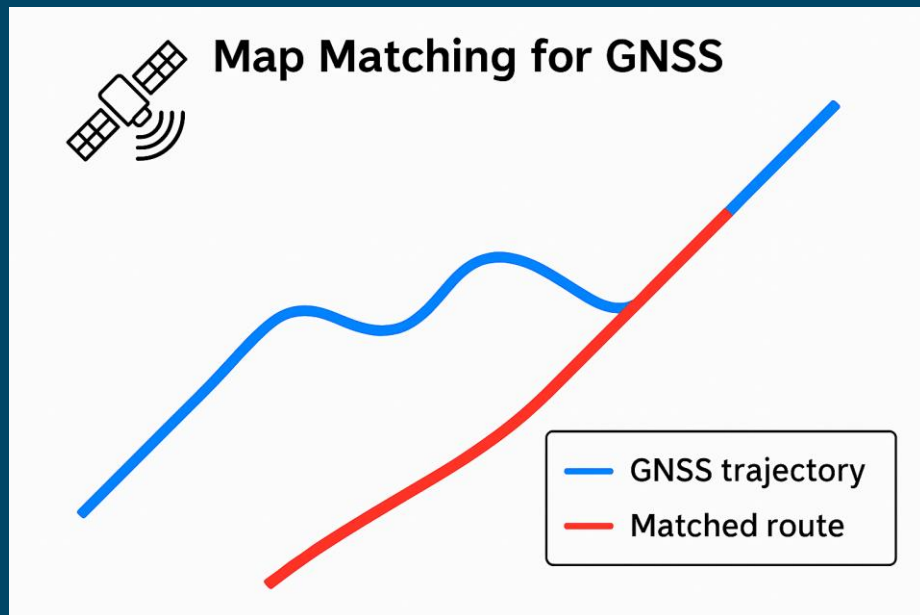
- Beschleunigungssensoren / Gyroskope
- Radgeschwindigkeitssensoren



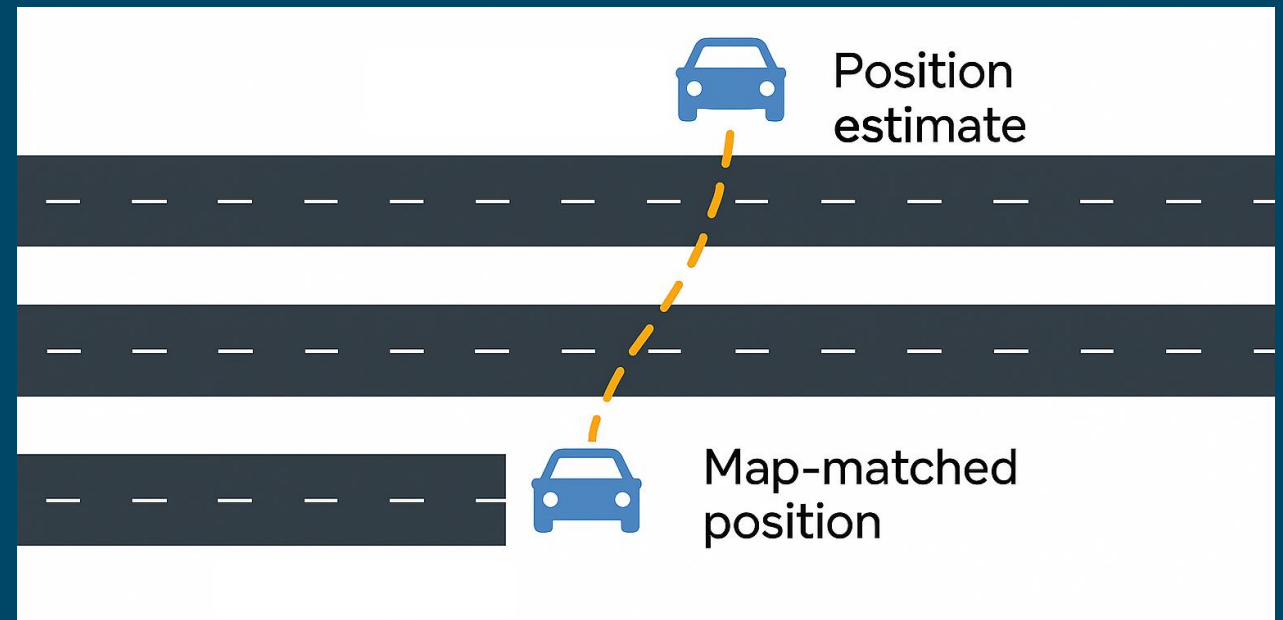
Map Matching

Map Matching ist ein zentrales Verfahren in Navigations- und Ortungssystemen, das dafür sorgt, dass eine berechnete oder gemessene Position (z. B. aus GNSS oder Dead Reckoning) korrekt auf das tatsächliche Straßennetz einer digitalen Karte projiziert wird.

Ohne Map Matching würde ein Navi bei schwierigen GNSS-Signalkonditionen die Punkte neben der Straße anzeigen – z. B. auf Gebäuden, Grünflächen oder der falschen Fahrspur.



Quelle: KI generiert



Quelle: KI generiert

NMEA-Format für GNSS

NMEA 0183 ist ein genormtes Textformat, das GNSS-Empfänger (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou ...) verwenden, um ihre Messdaten seriell auszugeben.

- Es besteht aus ASCII-Textzeilen, sogenannten „Sentences“, die jeweils bestimmte Positions- und Statusinformationen enthalten.
- Ursprünglich wurde der Standard von der National Marine Electronics Association (NMEA) entwickelt – heute ist er der weltweit übliche Output-Standard für GNSS-Module.
- Eine typische NMEA-Zeile - Global Positioning System Fix Data – sieht so aus:
 - **\$GPGGA,123519,4807.038,N,01131.000,E,1,08,0.9,545.4,M,46.9,M,,*47**
 - 123519 → UTC-Zeit 12:35:19
 - 4807.038,N → Breite 48°07.038'
 - 01131.000,E → Länge 11°31.000'
 - 1 → Fix-Status (0=kein Fix, 1=GPS, 2=DGPS ...)
 - 08 → Anzahl verwendeter Satelliten
 - 0.9 → HDOP (Genauigkeit)
 - 545.4,M → Höhe in Metern (Mean Sea Level, MSL)
 - 46,9,M → Geoid-Abstand
 - *47 → Checksumme

GNSS Analyse von Testfahrten

Der Test der GNSS-Funktion kann auf verschiedenen Wegen getestet werden:

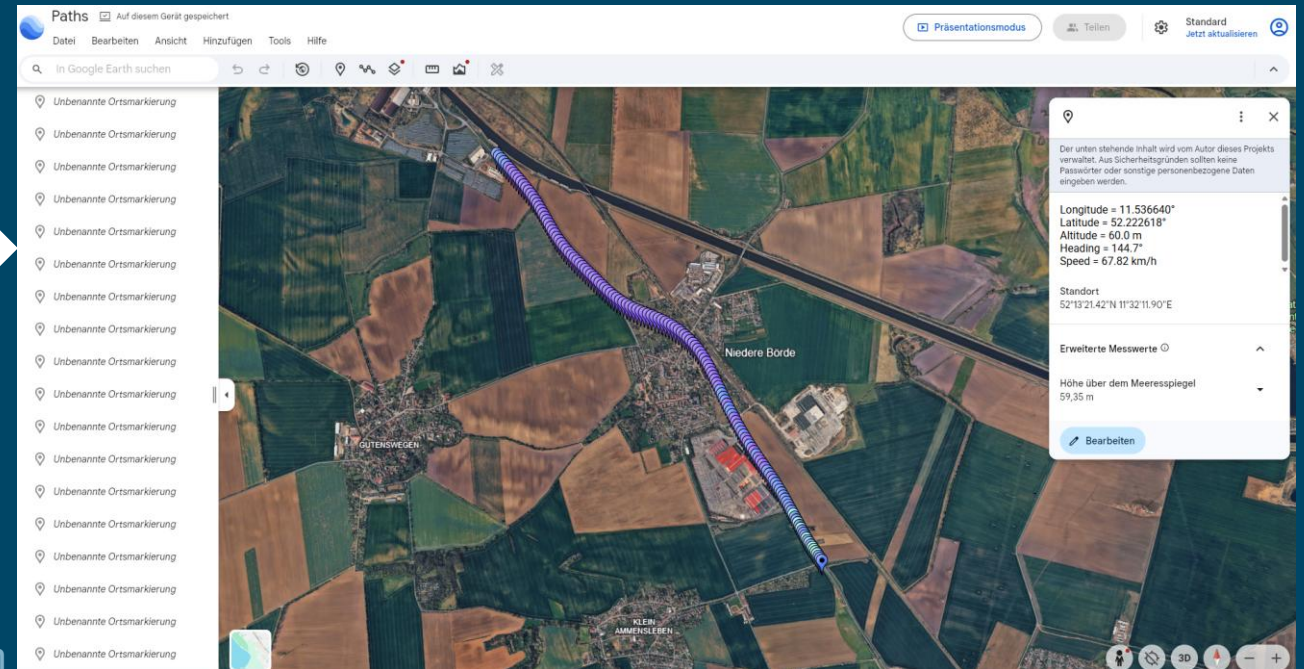
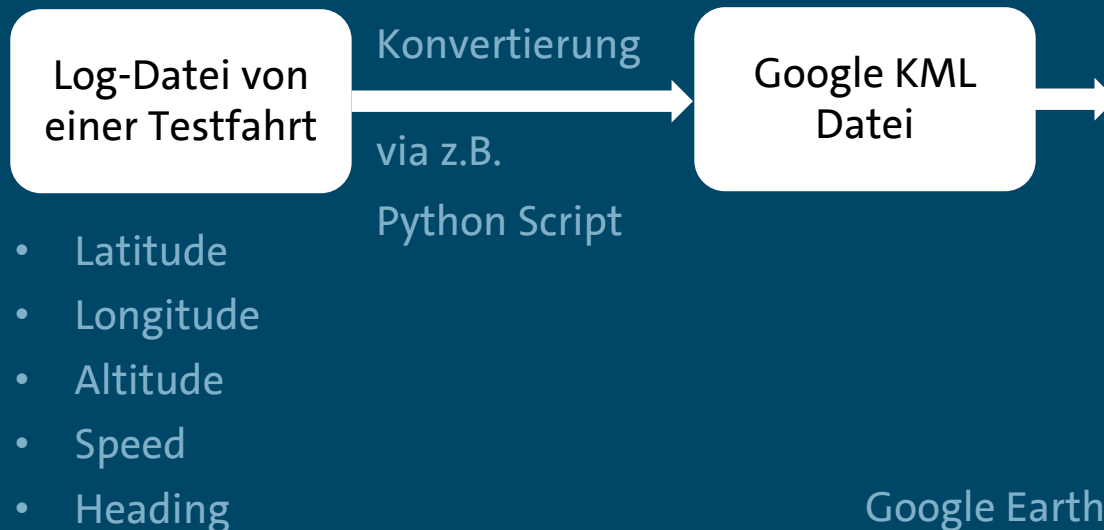
1. Durch Testfahrten im Fahrzeug.
2. Mit aufgezeichneten Daten mit einem GNSS-Simulator im Labor.

Die 2. Methode ist bevorzugt, um bestimmte Signalsituation wiederholt zu testen. Dies ist mit einem Life-Signal nicht möglich, da sich die Situation durch die veränderten Sattelitenpositionen immer ändert.

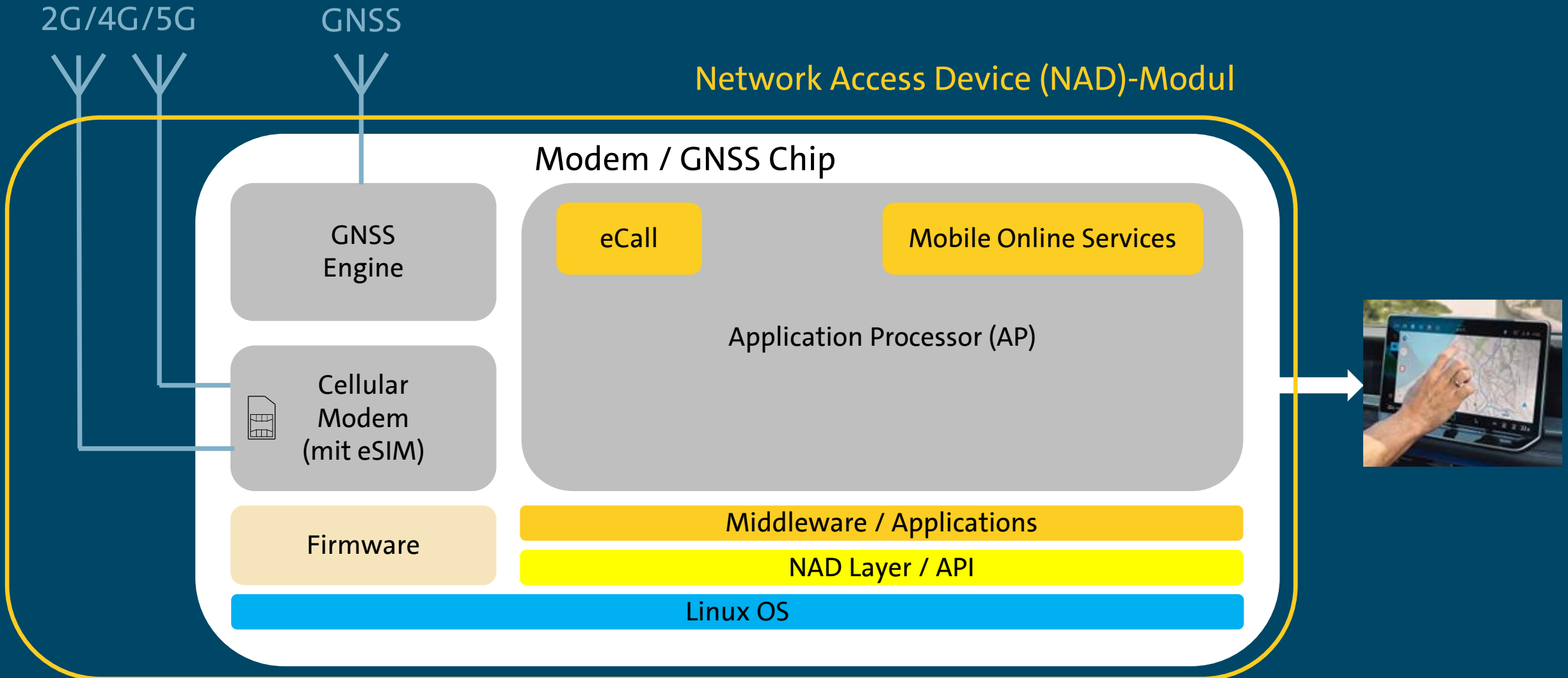


Quelle: Racelogic LabSat 3
https://en.racelogic.support/LabSat_GNSS_Simulators/Product_Info/LabSat_3

Beispiel einer Analyse von gespeicherten Log-Dateien:



Blockdiagramm NAD Modul - Modem / GNSS Chip





8 Zusammenfassung / Fragen

Zusammenfassung

- **5 Einführung in GNSS-Systeme**
 - Global Navigation Satellite Systems (GNSS)
 - Struktur und Komponenten der GNSS-Systeme
 - Übersicht der weltweiten GNSS-Systeme
 - Satellite Based Augmentation System (SBAS)
 - Grundprinzip der Positionsbestimmung
 - Signalprobleme durch Multipath
- **6 GNSS-Nutzung im Fahrzeug**
 - Blockdiagramm
 - Navigation & ADAS
 - V2X / C2X
 - eCall
 - Weitere Nutzungsbeispiele
- **7 GNSS-Technologie & NAD Modul**
 - Dead Reckoning (DR)
 - Map Matching
 - NMEA-Format für GNSS
 - GNSS Analyse von Testfahrten
 - Blockdiagramm NAD Modul

Fragen?



Vielen Dank!