

Navigation Grundlagen und Funktion



Historie

Erprobungsphase im Jahre 1974 bis 1979
(Nordamerikanischer Kontinent vier Stunden).

Mit der Erweiterung auf 9 bis 11 Satelliten wurde
der Weltweite Dauerbetrieb möglich.

1982 Ausbau auf derzeit 24 bis 27 Satelliten.

GPS wurde am 17. Juli 1995 offiziell in Betrieb
genommen

Historie

1989 Navigationssystem IDS:

Navigationsrechner, Magnetkompass, zwei Radsensoren.

Display: 4,5 Zoll monochrom-grün Bildschirm mit Bildröhre.

Navigation ausschließlich über Fahrzeuginformationsgeber. Keine Sprachausgabe. Später wurde ein sequenzieller Einkanal- GPS Empfang verfügbar.



Historie

1995 Navigationssystem TravelPilot RGS 05:
Navigationsrechner, Magnetkompass, zwei
Radsensoren separates Bedienteil
Display: 4 Zoll (später 5 Zoll) Flachbildschirm
in Farbe.

Mit Sprachausgabe.

Navigation über Fahr-
zeuginformationsgeber

und einem acht Kanal GPS

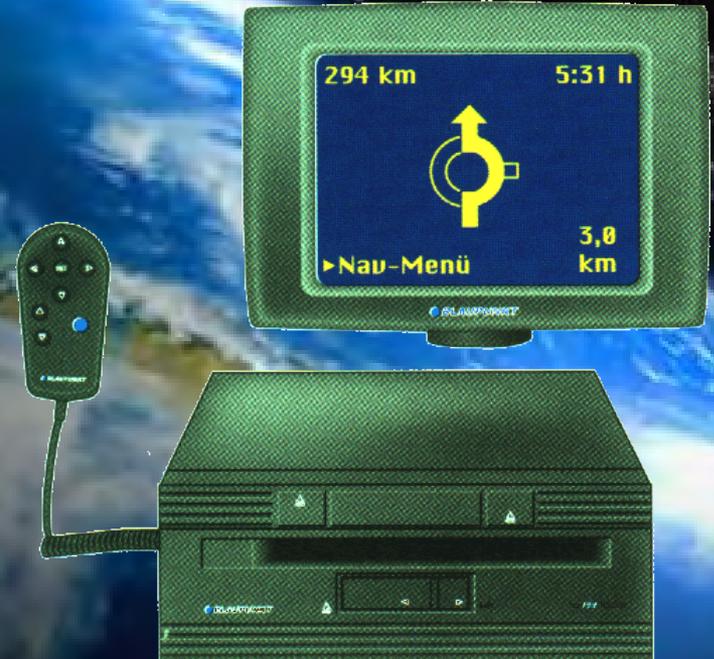
Empfänger (gleichzeitiger Empfang
von acht Satelliten).



Historie

1997 Navigationssystem TravelPilot RGS 06:
Navigationsrechner, einem Radsensor
separates Bedienteil, Drehwinkelsensor
(GYRO) (ersetzt den Kompass)
Display: 5 Zoll Flachbildschirm in Farbe.

Navigation über
Wegstreckensensor und
GPS Empfänger
(Empfänger im Gerät).



Historie

1998 Navigationssystem TravelPilot RGS 08:
Navigationsrechner, einem Radsensor oder
Tachosignal, separates Bedienteil, Drehwinkel-
sensor. (GYRO)
Display: 5 Zoll Flachbildschirm in Farbe.

Navigation über Weg-
streckensensor und
GPS Empfänger
(Empfänger im Gerät).



Historie

1999 Navigationssystem TravelPilot DX-N:

Navigationsrechner, einem Radsensor oder Tachosignal, separates Bedienteil (auch mit Infrarot), Drehwinkelsensor (GYRO)

Display: 5 Zoll Flachbildschirm in Farbe.

Navigation über Wegstreckensensor und GPS Empfänger (Empfänger im Gerät).
Neuer Bedienoberfläche.
Optionaler dynamischer Navigation.



Historie

- 1999 Navigationssystem TravelPilot RNS 149:
 - Navigationssystem, Drehwinkelsensor (GYRO) und GPS Empfänger in einem.
 - Radsensor oder Tachosignal als Wegstreckeninformationsgeber.



Optionaler dynamischer Navigation bei DX Modellen

Historie

2002 Einsatz des ersten PDA's und Portable Navigationsgeräte wie Tom Tom oder Mobiltelefone die man mit einer Bluetooth GPS Antenne oder USB Antenne nachrüsten konnte.



Nokia Handynavigation



PDA Navigation



Tom Tom one Navigation

Aktuell

Tom Tom



Navigon 2100max DACH



Apple I-Phone

System E (Blaupunkt)

Neuere Systeme brauchen nach der Zieleingabe die CD nicht mehr !



Das Laufwerk kann dann zum abspielen von Musik CD's verwendet werden.

Vorzüge der Navigation

Keine lästigen Papierkarten mehr ... oder doch?...

Ziele sind speicherbar. (Forstwirtschaft)

Aufmerksamkeit im Verkehr ist höher.

Richtungsangaben auf Wegweisern oft unklar.

Kaum Stau bei dynamischer Verkehrsführung (TMC).

Neue Berechnung bei falschem abbiegen.

Satelliten- Navigation

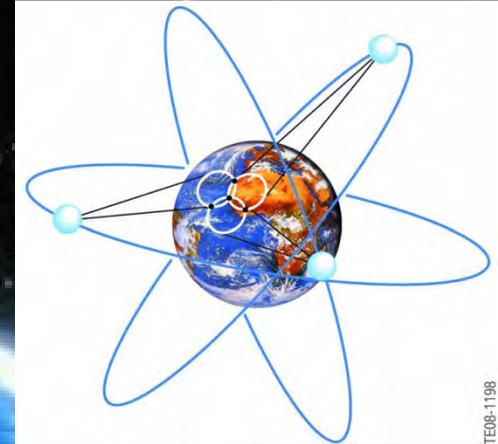
In einer Höhe von 20183 km umkreisen 24 bis 27 Satelliten in 6 Umlaufbahnen (4 je Umlaufbahn) die Erde.

Die Umlaufzeit beträgt 11 Stunden und 58 Minuten. Daher ergibt sich in 24 Stunden eine Positionsabweichung von einem Grad nach Osten. Über ein Weltumfassendes Kontrollsystem werden die Positionen der Satelliten überwacht und bei Bedarf korrigiert.

Bestimmung der Position

Aktivierung des Systems (bei Klemme 15)

Mindestens 3 Satelliten
sind für die Ortung erforderlich.



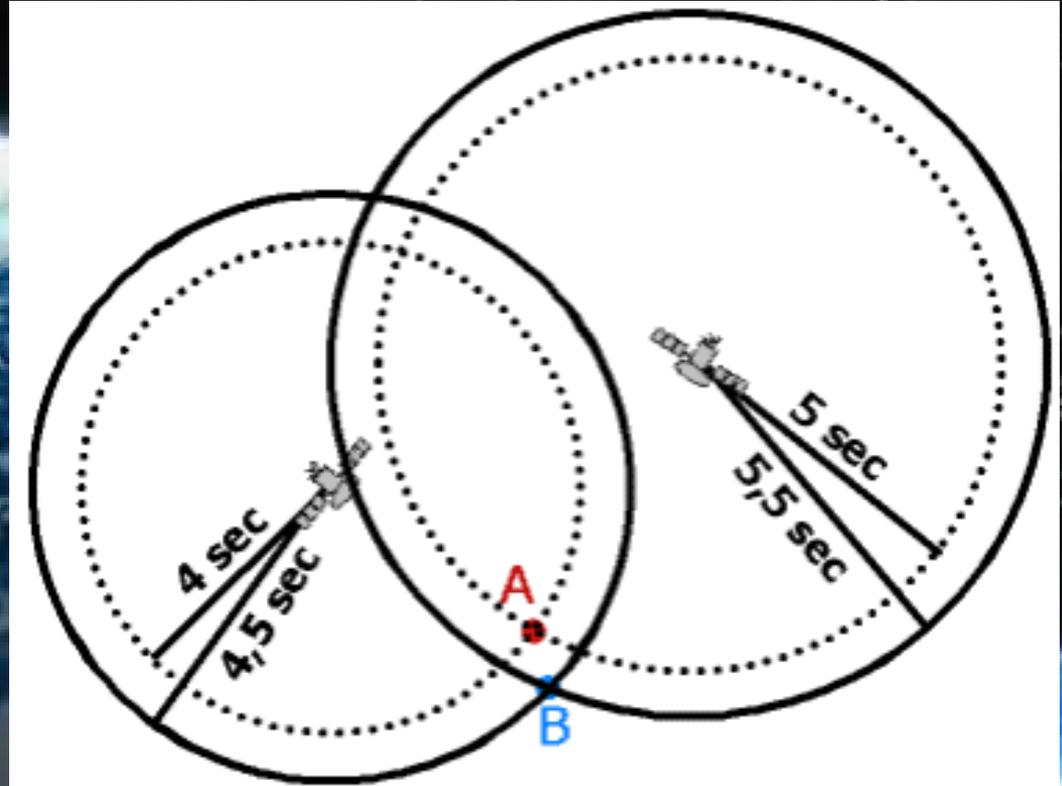
GPS- Satelliten senden **50 mal pro Sekunde** Daten über Bahn, Zeit und Identifikation mit einer Sendeleistung von 50 Watt zur Erde.

Durch die Laufzeit der Signale kann die Entfernung zum Satelliten und damit die eigene Position bestimmt werden.

Bestimmung der Position

Funktion: Ein Satellit sendet „Bin x meine Position ist Y und diese Daten sind um ...Uhr ausgesendet worden.“

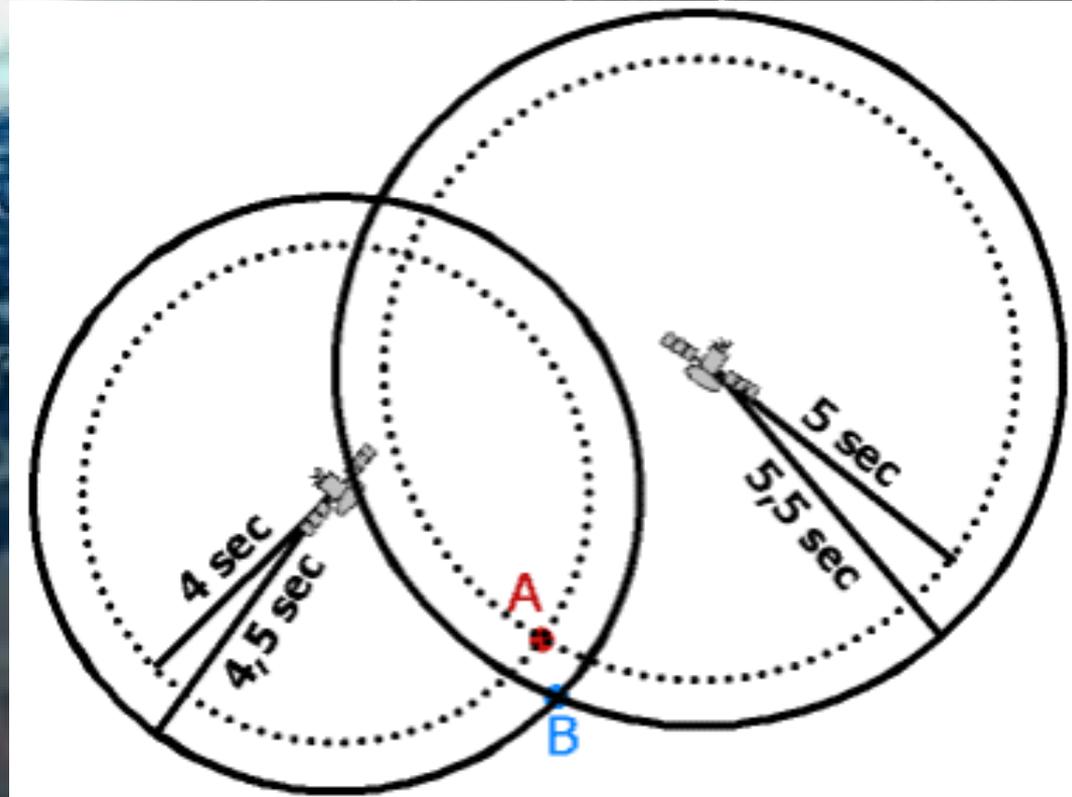
Die anderen machen das gleiche mit anderen Daten.
(Almanach Daten)



Bestimmung der Position

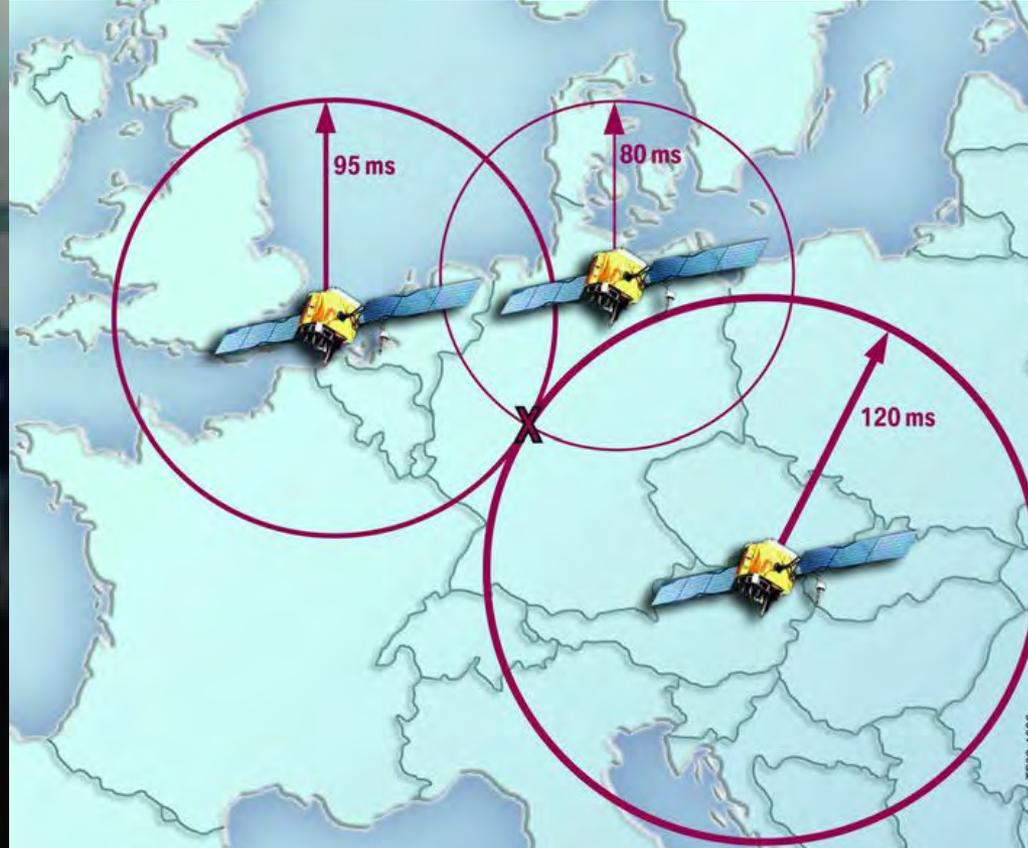
Funktion: Bei zwei Satelliten sind zwei Positionen möglich. Erst mit dem Dritten ist eine klare Position vorhanden.

(Die Ausstrahlung der Daten der Satelliten stellt man sich als Kegel vor.)



Bestimmung der Position

Funktion: Wir sprechen von „Trilateration“
Beim dritten Satelliten ist nur noch eine
Position möglich.



Almanach-Daten

Zur Initialisierung der Geräte werden die so genannten **Almanach-Daten** übertragen, die die groben Bahndaten **ALLER** Satelliten enthalten und zur Übertragung über Zwölf Minuten benötigen.

Genauigkeit des GPS

Für militärische Zwecke ca. **drei bis fünf Meter**.

Für zivile Zwecke **10 Meter**. (Störsignale, Verschlüsselung)

Vor Mai 2000 **100 Meter**. (Störsignale, Verschlüsselung)

Selective Availability

Um nicht-autorisierte Benutzer (potentielle militärische Gegner) von einer genauen Positionsbestimmung auszuschließen, wurde die Genauigkeit für Benutzer, die nicht über einen Schlüssel verfügen, künstlich verschlechtert (Selective Availability = SA, mit einem Fehler von größer 100 m).

Am 2. Mai 2000 wurde diese künstliche Ungenauigkeit der Satelliten abgeschaltet, ab ca. 4:05 Uhr UTC sendeten alle Satelliten ein SA-freies Signal. Seitdem kann das System auch außerhalb des bisherigen exklusiven Anwendungsbereichs zur präzisen Positionsbestimmung genutzt werden. Dies führte unter anderem zum Aufschwung der Navigationssysteme in Fahrzeugen und im Außenbereich, da der Messfehler nun in mindestens 90 % der Messungen geringer als 10 m ist.

Fehlerquellen des GPS

Funkstörung durch Ionosphäre und Atmosphäre.

Ionosphärische Störung:

Elektrisch geladene

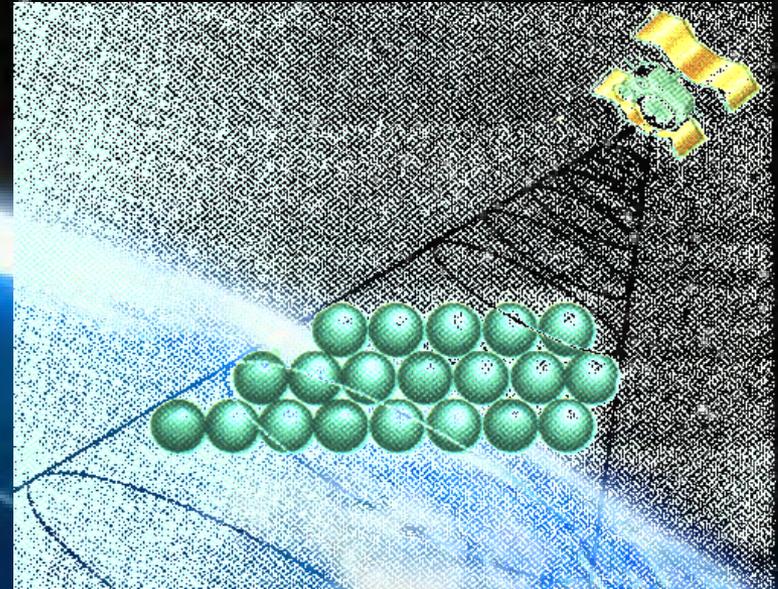
Teilchen, die sich in einer

Höhe von 130 bis 200 km

bewegen, reduzieren die

Geschwindigkeit der GPS- Signale.

(Kompensation durch Laufzeitvergleichsmessung
zweier Trägersignale möglich)

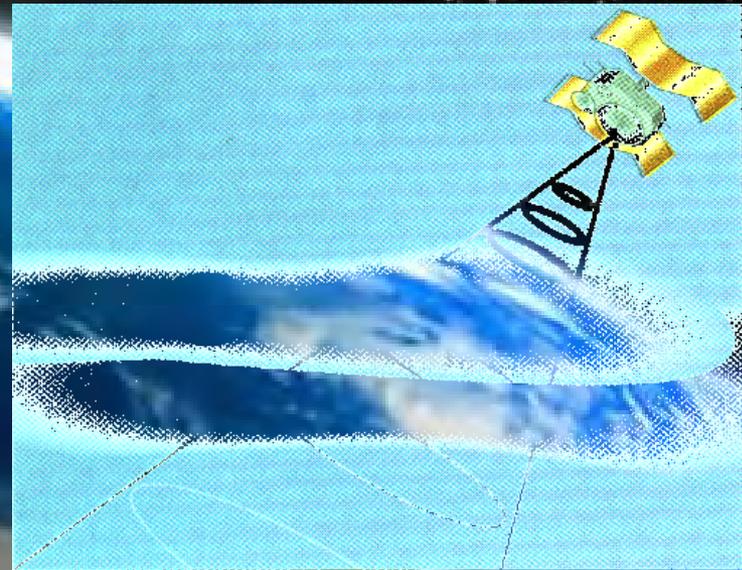


Fehlerquellen des GPS

Atmosphärische Störung:

Wasserdampf (Nebel) oder Wettereinflüsse (z.B. Eis auf der GPS Antenne) können das Satellitensignal abschwächen.

(Auswirkung kleiner 10m)



Kombiantennen:

Schlechte Masseverbindung (schlechte Abstrahlung) dadurch schlechtes GSM Signal!

Fehlerquellen des GPS

Auch kann der GPS-Empfang durch starke Schneefälle gestört werden. Sonstige Wetterverhältnisse, wie Regen und Nebel, beeinträchtigen den Empfang normalerweise jedoch nicht — allerdings ist der Empfang unter regennassem Laub im Wald deutlich schlechter als bei trockener Witterung.

Fehlerquellen des GPS

2006 entdeckte Alessandro Cerruti von der amerikanischen Cornell University, dass Funkwellen durch Sonneneruptionen gestört werden kann. In den vergangenen Jahren waren diese – und die damit verbundenen geomagnetischen Stürme – wenig ausgeprägt, sie sollen jedoch ab 2011 wieder zunehmen.

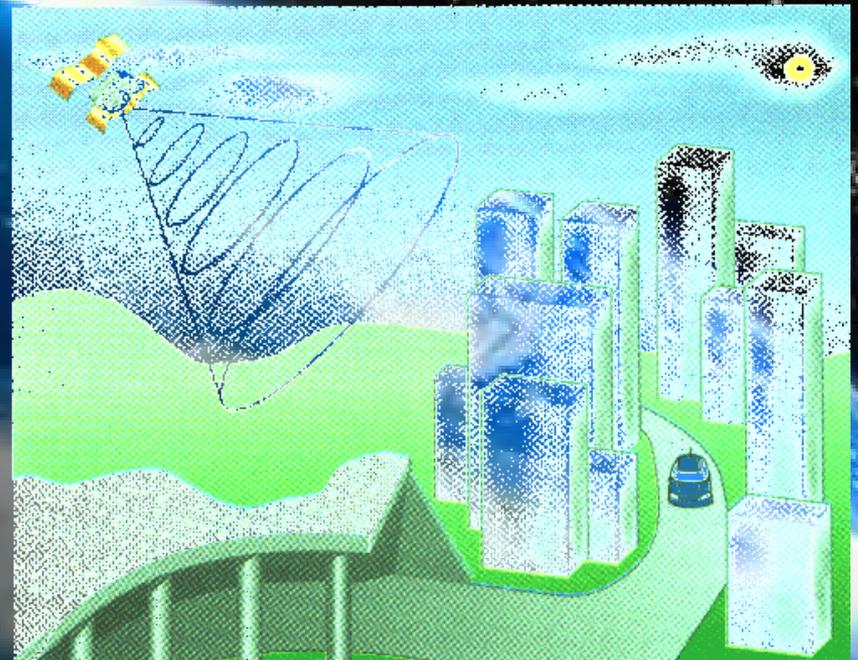
Fehlerquellen des GPS

Signalabschattung:

Vorraussetzung für einen guten Empfang ist die freie „Sichtverbindung“ zwischen GPS-Antennen und den Satelliten. Häuserschluchten, Täler und Tunnel sowie Parkhäuser können die „Sichtverbindung“ ebenso beeinträchtigen wie ein

Dachgepäckträger oder ein schlecht gewählter Einbauort der GPS-Antenne.

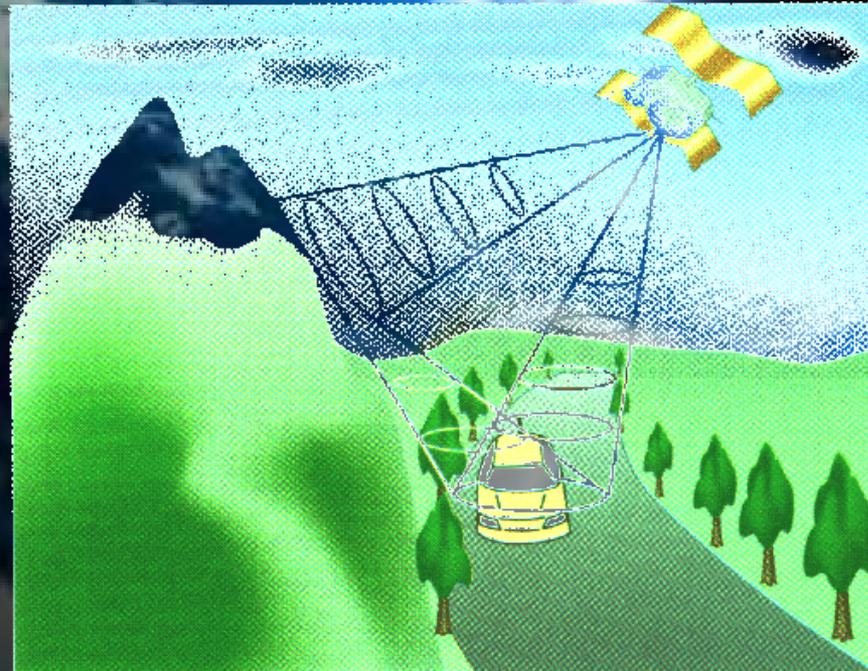
Ergebnis: ungenaue oder keine Positionsbestimmung



Fehlerquellen des GPS

Mehrwegempfang:

Reflektierte Signale führen durch die verlängerte Signallaufzeit zu Fehlberechnungen. Durch mathematische Korrektur werden solche Fehler erkannt und korrigiert.

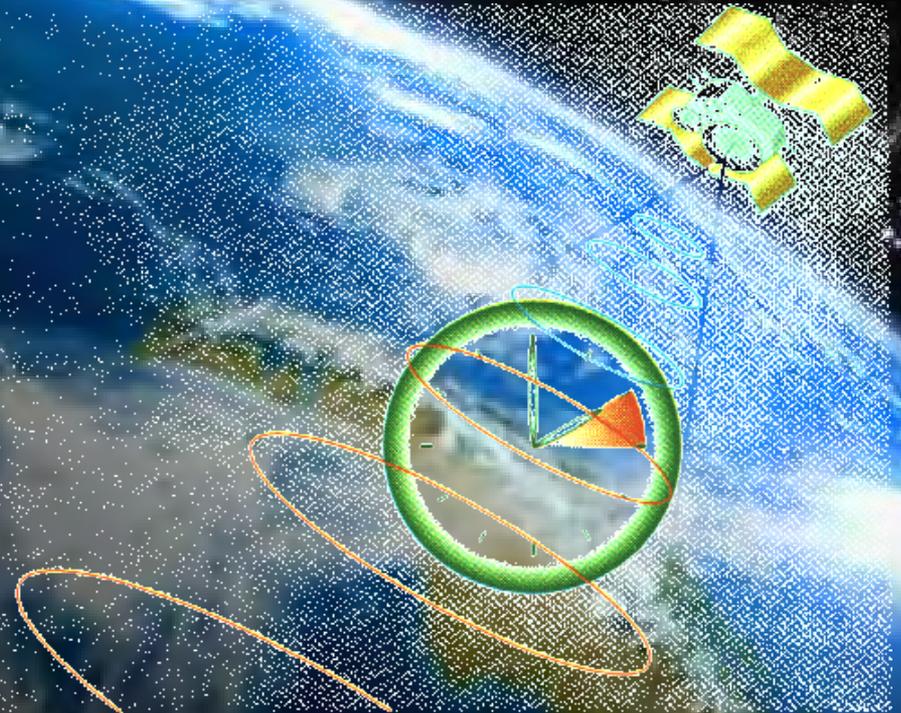


Fehlerquellen des GPS

Beeinflussung der Satellitenuhren:

Das US- Amerikanische Verteidigungsministerium kann die Genauigkeit der Satellitenuhren beeinflussen bzw. ein Störsignal in Krisensituationen Aufgeschalten. Dadurch fehlerhafte Laufzeitberechnung der GPS-Signale.

Folge: ungenaue Positionsbestimmung



Ortung

Ortung ist die Bestimmung der aktuellen Position, der Fahrtrichtung, sowie der Fahrgeschwindigkeit.

Koppelortung:

Das Fahrzeugnavigationssystem bestimmt (ausgehend von einer bekannten Anfangsposition) die aktuelle Position durch Addition von Wegstücken.

Information von Wegstreckensensor oder Tachosignal, Drehwinkelsensor, CD-ROM, Navigationssteuergerät.

Ortung

Satellitenortung:

Satellit, GPS- Antenne und Empfänger, Navigations-
steuergerät.

Navigation:

Umfasst die Ortung und zusätzlich die Bestimmung
von Richtung und Entfernung eines Fahrzeuges zum
Ziel sowie die erforderlichen Maßnahmen, dieses
Ziel zu erreichen.

Merke:

Koppelortung + Satellitenortung = Fahrzeugnavigation

„MAP Matching“

Aus den Signalen des Drehwinkel- und des Tacho- oder Radsensors bestimmt der Navigationsrechner die Zurückgelegte Wegstrecke sowie die Fahr- richtungsänderung und erkennt den Streckenverlauf. Aus diesem Zusammenspiel ergibt sich die Koppel- ortung. Mehrmals pro Sekunde führt der Navigations- rechner ein „Map-Matching“ durch. Vergleich der gespeicherten Straßenkarte auf CD mit dem gefahrenen Streckenverlauf.

Ortung

Koppelortung

System unabhängig von Infrastruktur (Satelliten)

Fehlerakkumulation
↳ Korrektur durch Vergleich mit Karte erforderlich

+

Satellitenortung (GPS)

Weltweite Verfügbarkeit, Position auf ca. 15 Meter genau.

Keine Position bei Empfangsstörungen.

-



Überbrückung von GPS- Empfangsstörungen

Kontrolle der Koppelortung durch GPS- Position

Funktion



Sensoren / Informationsgeber

GPS (Global Positioning System)

Antennen:



Bei Ausfall oder Fehlfunktion:

Ausschließlich Koppelortung möglich.

Sensoren / Informationsgeber

Tachosignal: www.speedsignal.de

Wie und wo messe ich ein Signal?

Wie sieht das gemessene Signal aus?

Signalform: Rechteck

Signalspannung: $\leq 1,5V$

Pulszahl: min. 3 Pulse pro Radumdreh (0,5 Hz)

Frequenz max: 4 kHz

Bei Ausfall oder Fehlfunktion:

Keine Koppelortung mehr möglich.

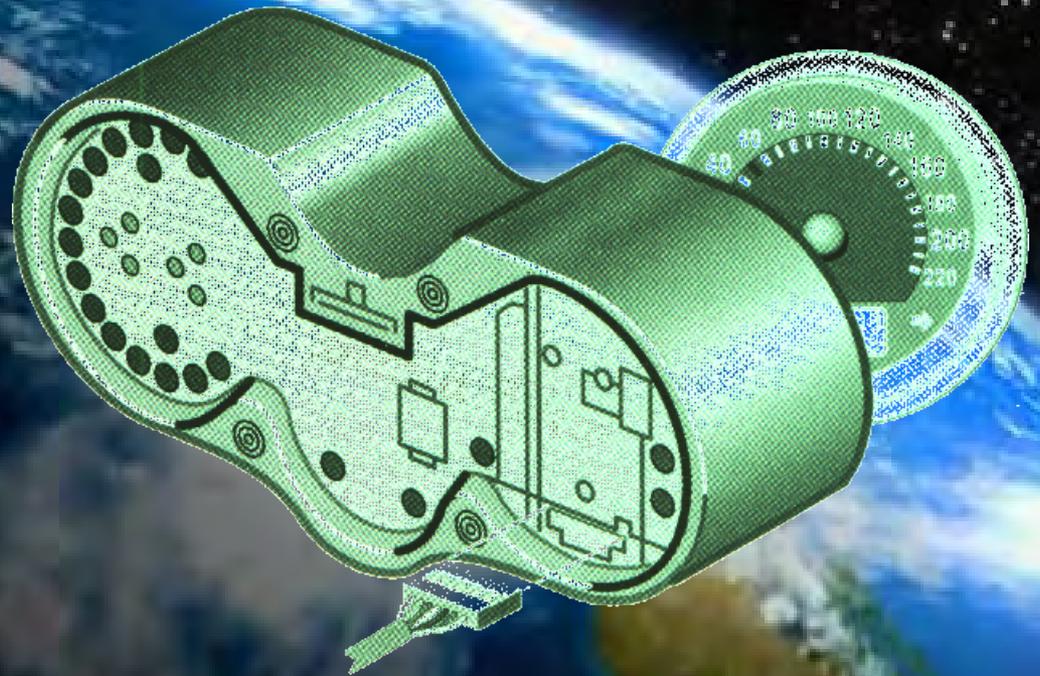
Sensoren / Informationsgeber

Tachosignal: www.speedsignal.de

Abgriff z.B. am Tacho oder Motorsteuergerät.

Achtung: Fahrtenstreiber!

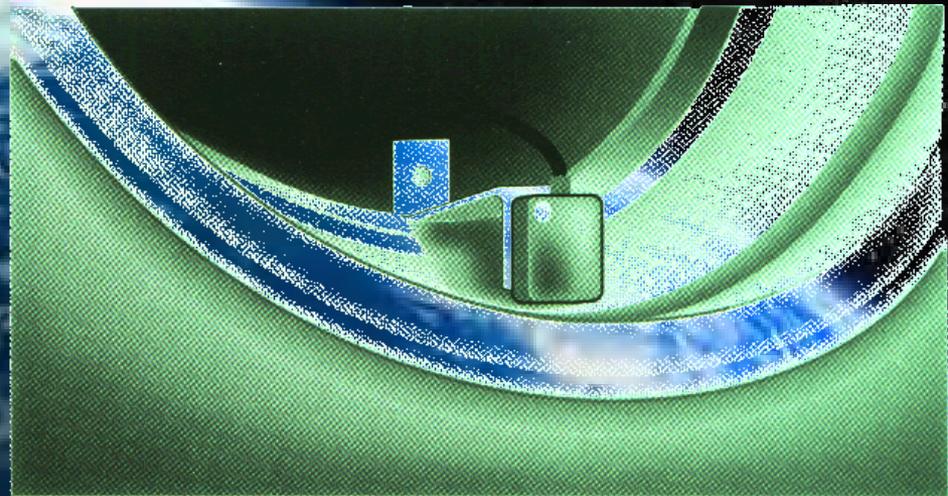
Messung mit
Oszilloskop.



Sensoren / Informationsgeber

Radsensor:

Induktiv- oder Hallgeber der mit dem ABS Steuergerät verbunden ist.



Bei Ausfall oder Fehlfunktion:

Keine Koppelortung mehr möglich.

Sensoren / Informationsgeber

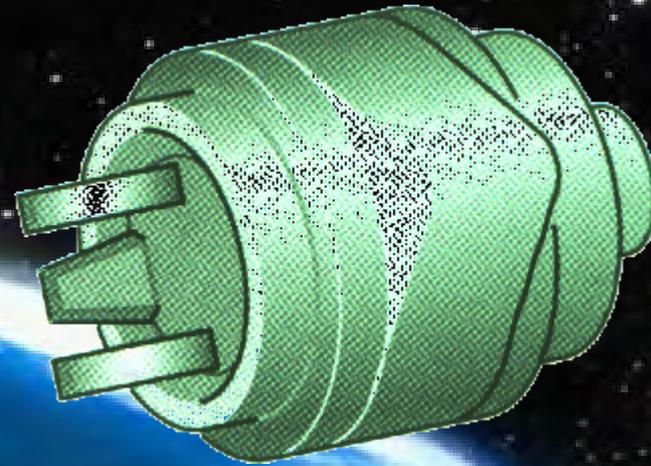
Rückfahrshalter:

Da Tachosignale nicht
Richtungweisend sind,
wird Rückfahrsignal
benötigt.

(Masse bei Vorwärtsgang)

Bei Ausfall oder Fehlfunktion:

Fahrzeug fährt vorwärts Rechner Info: Rück-
wärts.



Sensoren / Informationsgeber

Kardanwellengeber:

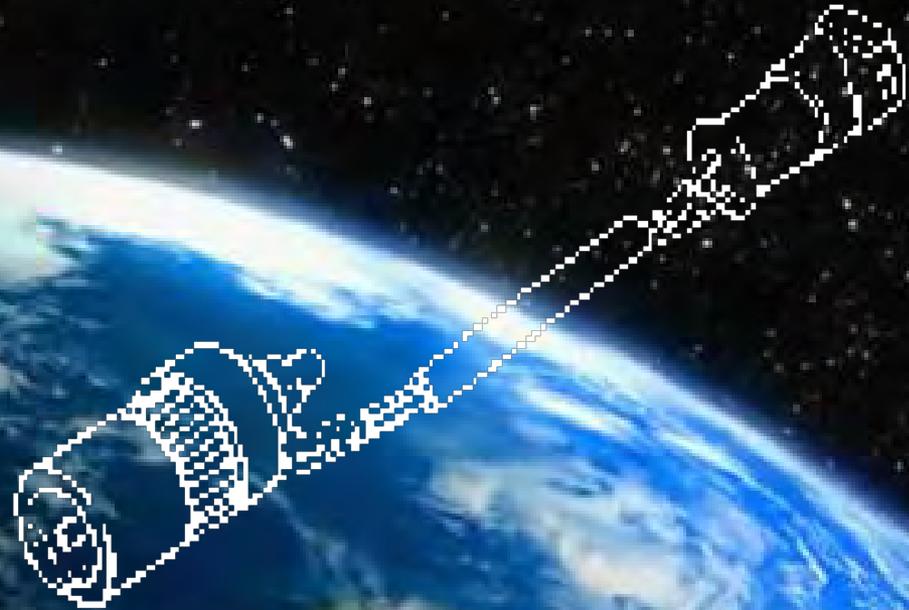
Montage erfolgt direkt an der Kardanwelle
(meist bei NFZ) durch Induktiv- oder Hall-
geber.

Bei Ausfall oder Fehlfunktion:

Keine Koppelortung mehr möglich.

Sensoren / Informationsgeber

Tachowellengeber:



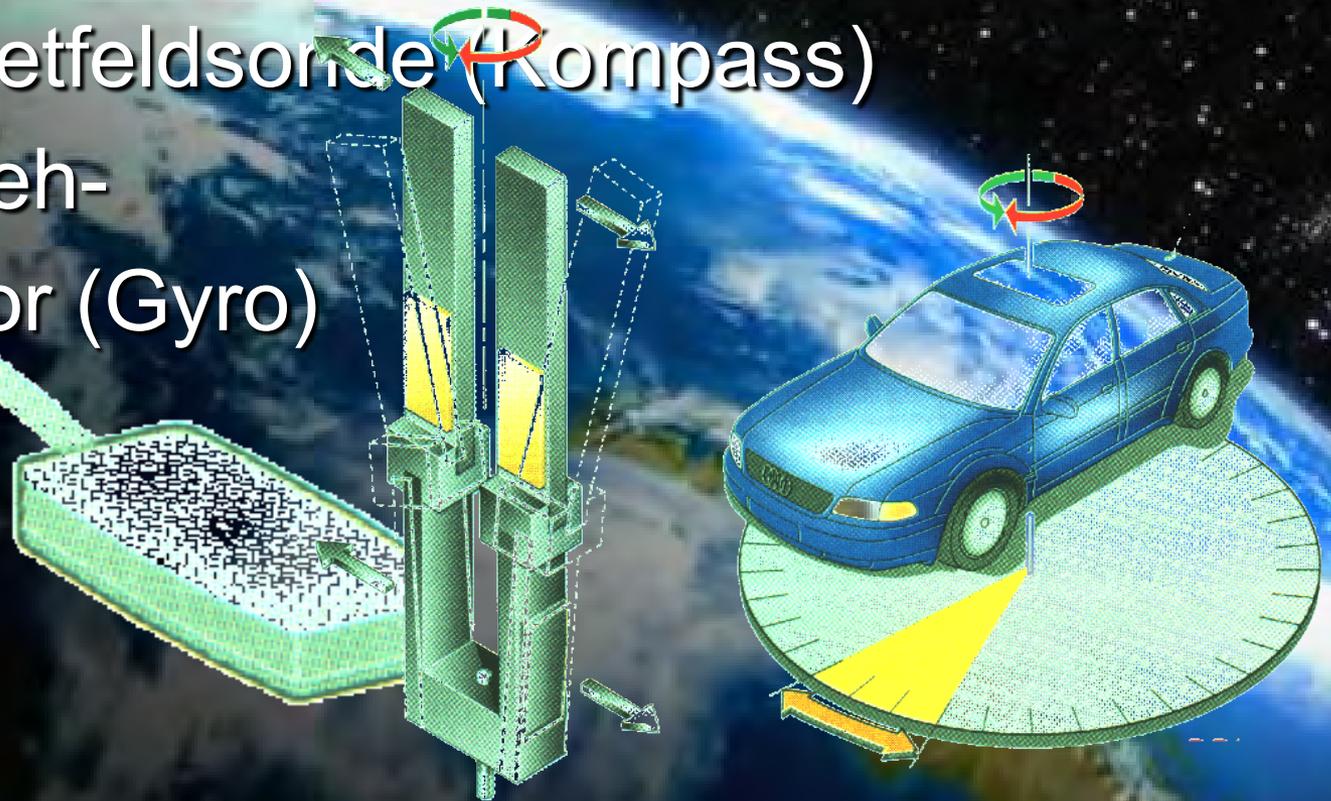
Bei Ausfall oder Fehlfunktion:
Keine Koppelortung mehr möglich.

Sensoren / Informationsgeber

Die Richtungsänderung eines Fahrzeuges muß erfasst werden. Folgende Einrichtungen kommen in Navigationssystemen zum Einsatz:

Älter: Magnetfeldsonde (Kompass)

Modern: Drehwinkelsensor (Gyro)

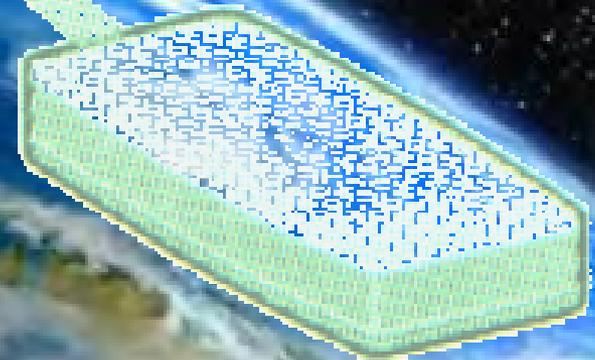


Sensoren / Informationsgeber

Magnetfeldsonde: (Kompass)
(Heute ersetzt durch GYRO)

Wesentlicher Nachteil:
Sehr empfindlich gegen
Magnetfelder.

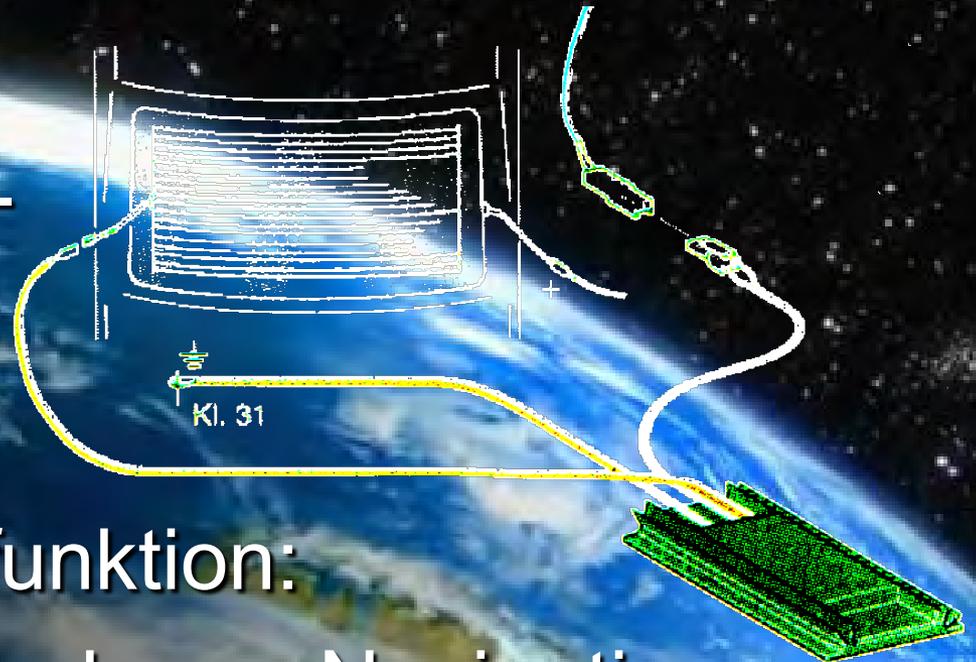
Bei Ausfall oder Fehlfunktion:
Keine Koppelortung mehr möglich.



Sensoren / Informationsgeber

Shunt:

Dient zur Kompensation des Magnetfeldes bei eingeschalteter Heckscheibenheizung.

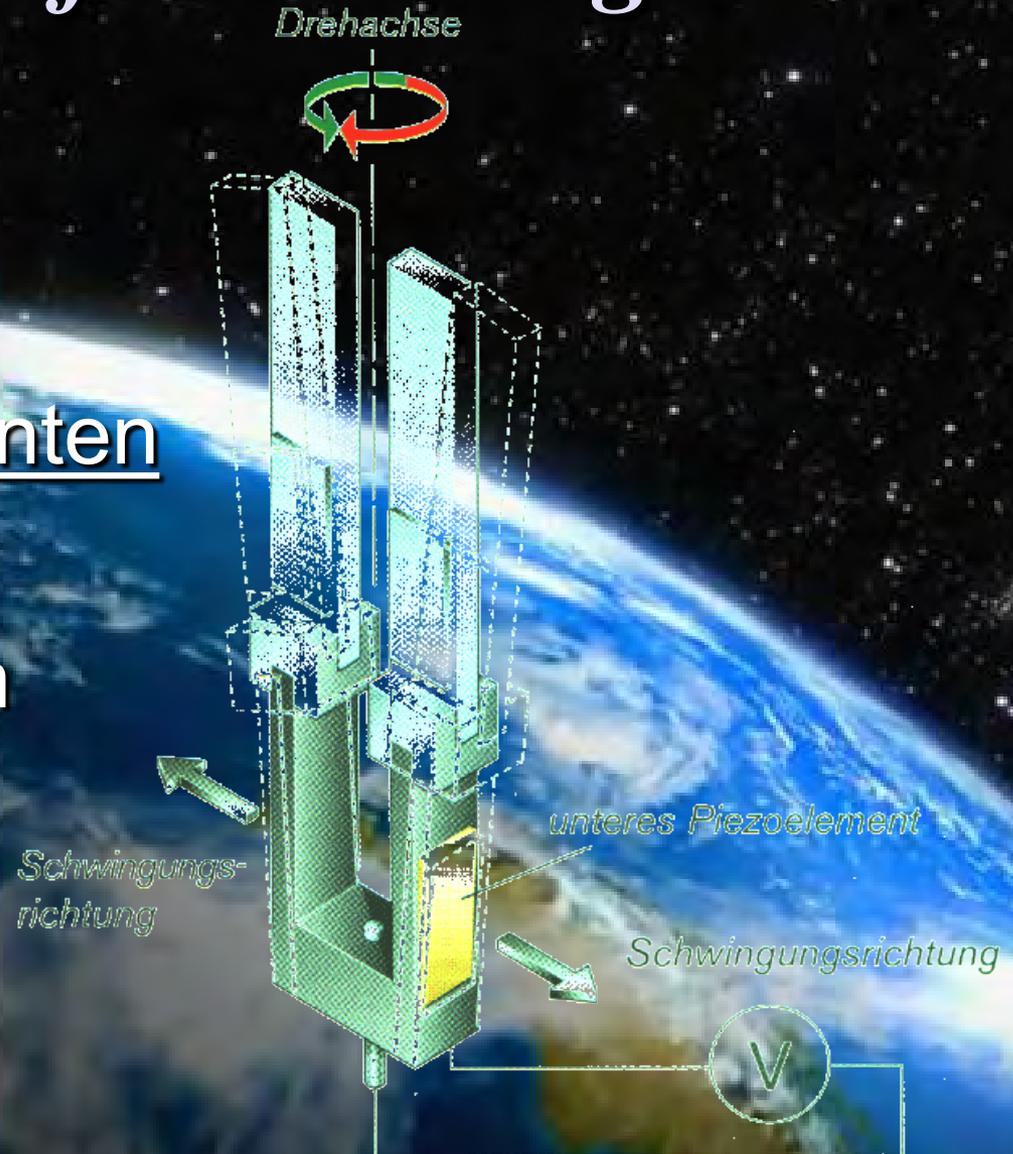


Bei Ausfall oder Fehlfunktion:

Falsche Richtungsangabe an Navigationssteuergerät. Ausfall Heckscheibenheizung.

Sensoren / Informationsgeber

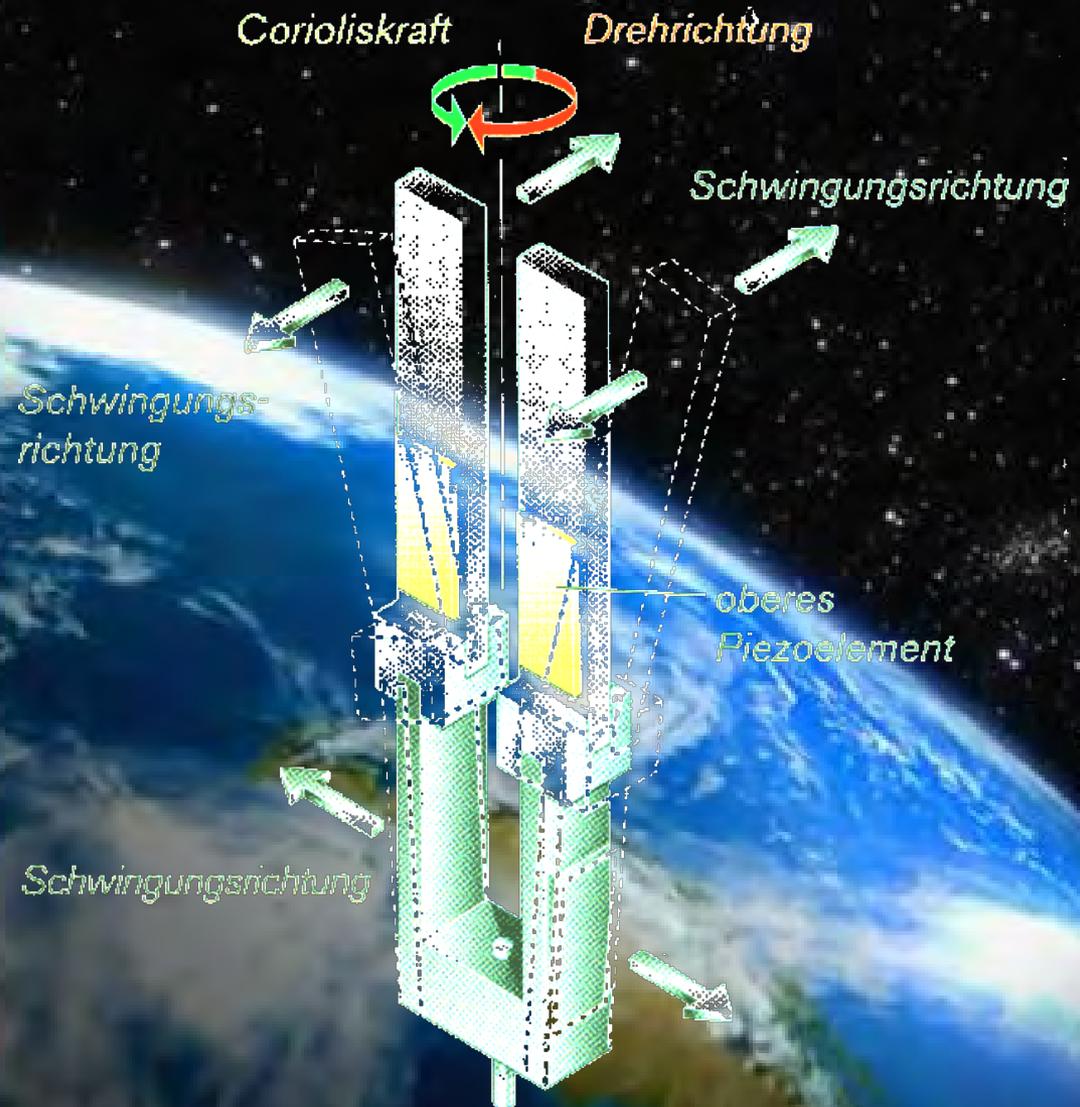
Drehwinkelsensor
(Gyroskop):
Stimmgabelkörper
mit vier Piezoelementen
Bei anliegender
Spannung beginnen
unteren Piezo-
elemente zu
Vibrieren.



Sensoren / Informationsgeber

Drehwinkelsensor
(Gyroskop):

Mögliche
Schwingungs-
richtungen bei
Drehung.



Sensoren / Informationsgeber

Drehwinkelsensor
(Gyroskop):

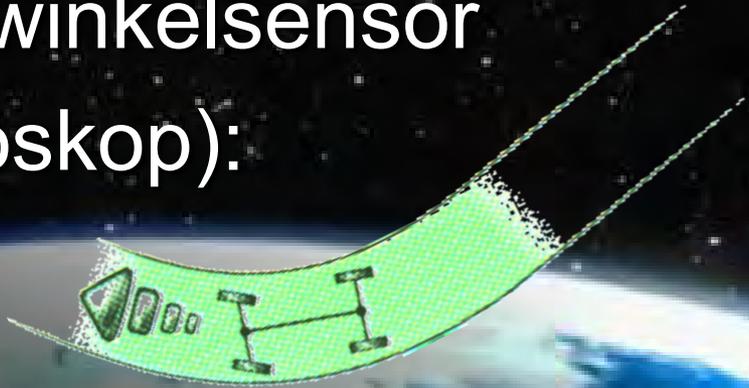


Bei Fahrt gerade aus
sind nur Schwingungen
in einer Richtung vor-
handen.

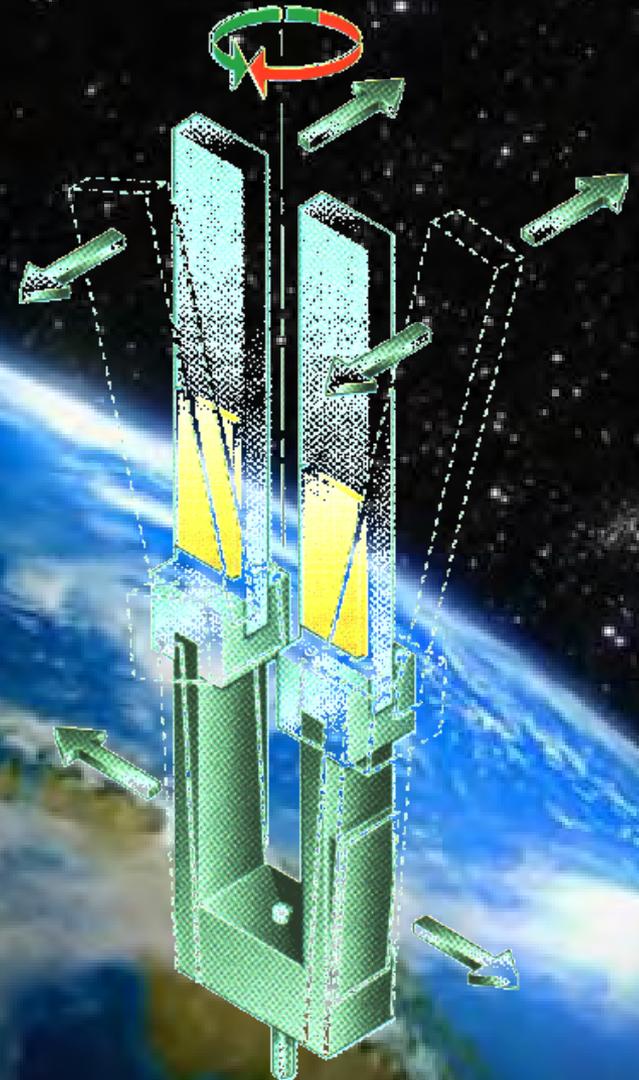


Sensoren / Informationsgeber

Drehwinkelsensor
(Gyroskop):



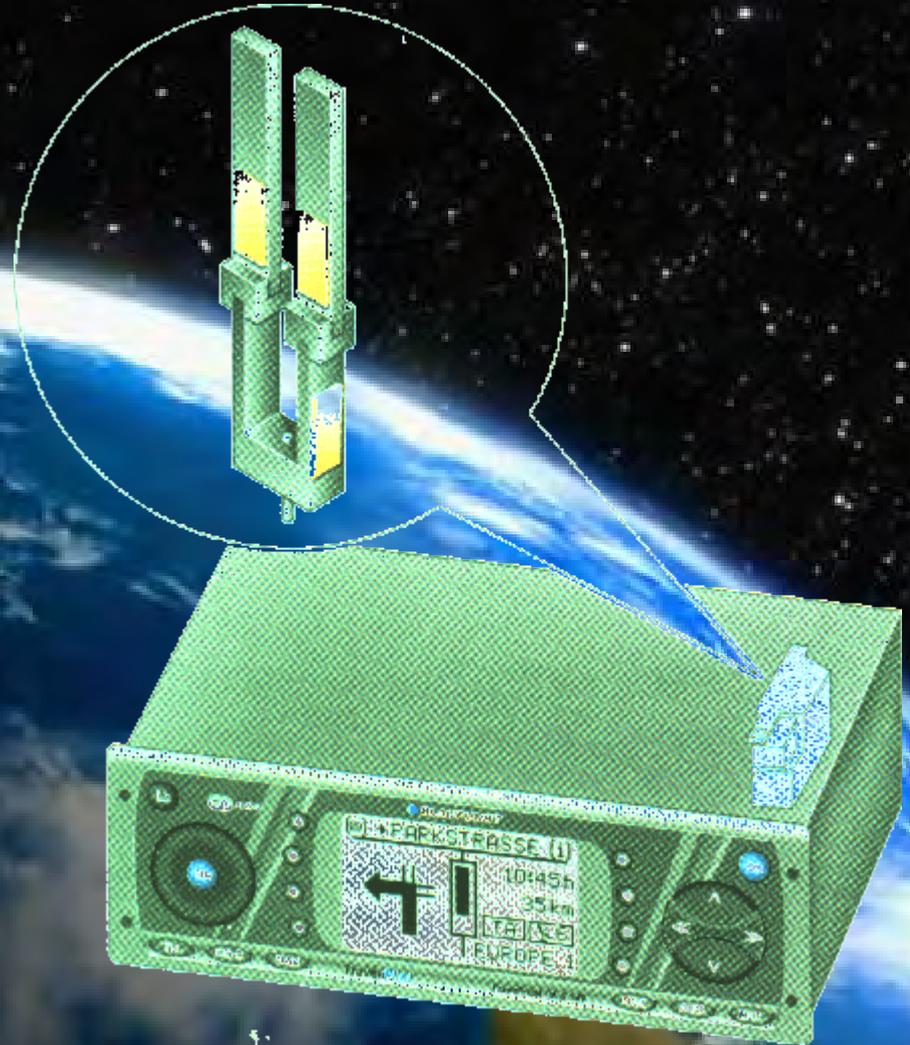
Bei Kurvenfahrt
sind alle Schwingungs-
richtungen möglich.
Bei Ausfall ist keine Navi-
gation mehr möglich.



Sensoren / Informationsgeber

Drehwinkelsensor
(Gyroskop):

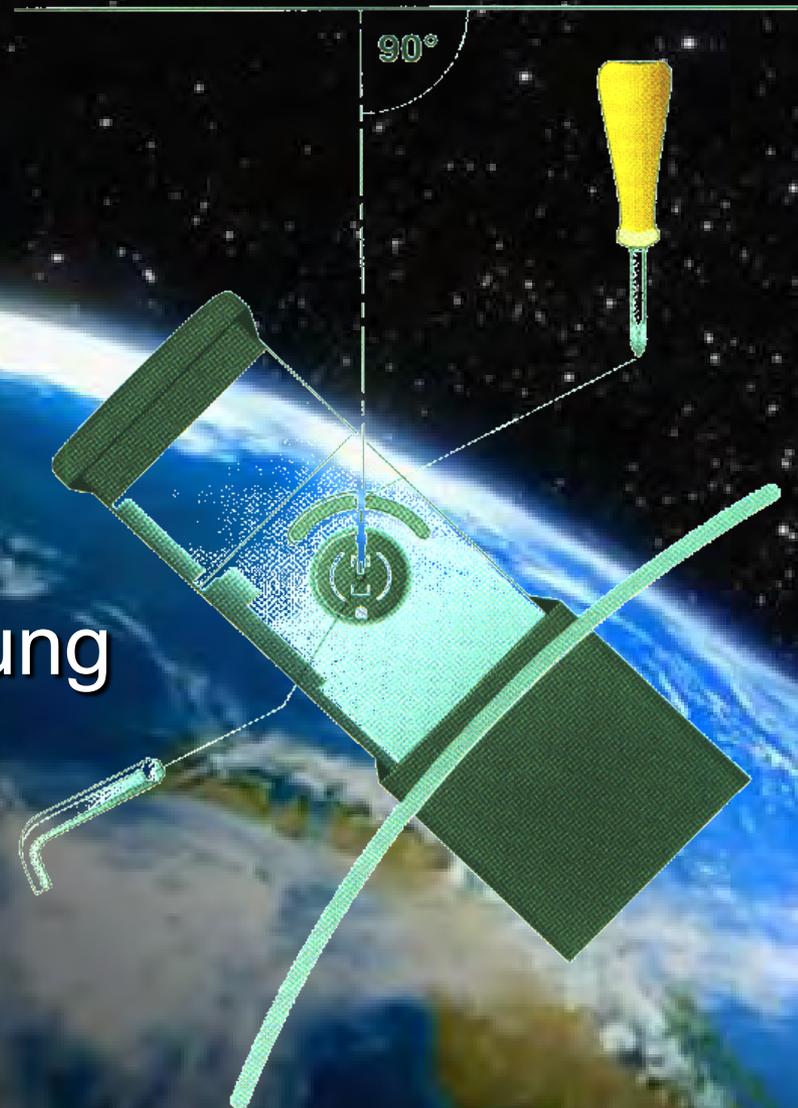
Der Einbauort des
Drehwinkelsensors
ist im Navigations-
rechner selbst.



Sensoren / Informationsgeber

Drehwinkelsensor
(Gyroskop):

Wichtig ist die Einstellung
des Einbauwinkels
am Gerät !



Sensoren / Informationsgeber

Drehwinkelsensor

(Gyroskop):

Vorteile des Drehwinkelsensors:

- geringe Bauhöhe
- hohe Genauigkeit
- keine Kalibrierung
- unempfindlich gegen Magnetische Störungen
- Einbaulage einstellbar.

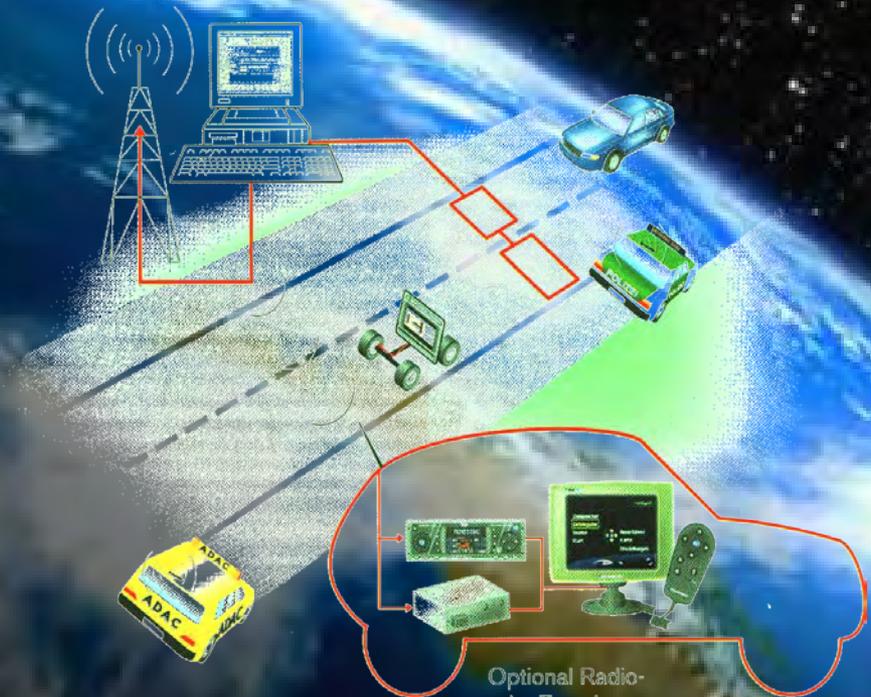
Sensoren / Informationsgeber

TMC (Traffic Message Channel)

Die Stauinformationen werden ständig auf einer festgelegten Radio-Frequenz gesendet.

Bei Ausfall oder Fehlfunktion:
Keine Dynamische Führung mehr möglich.

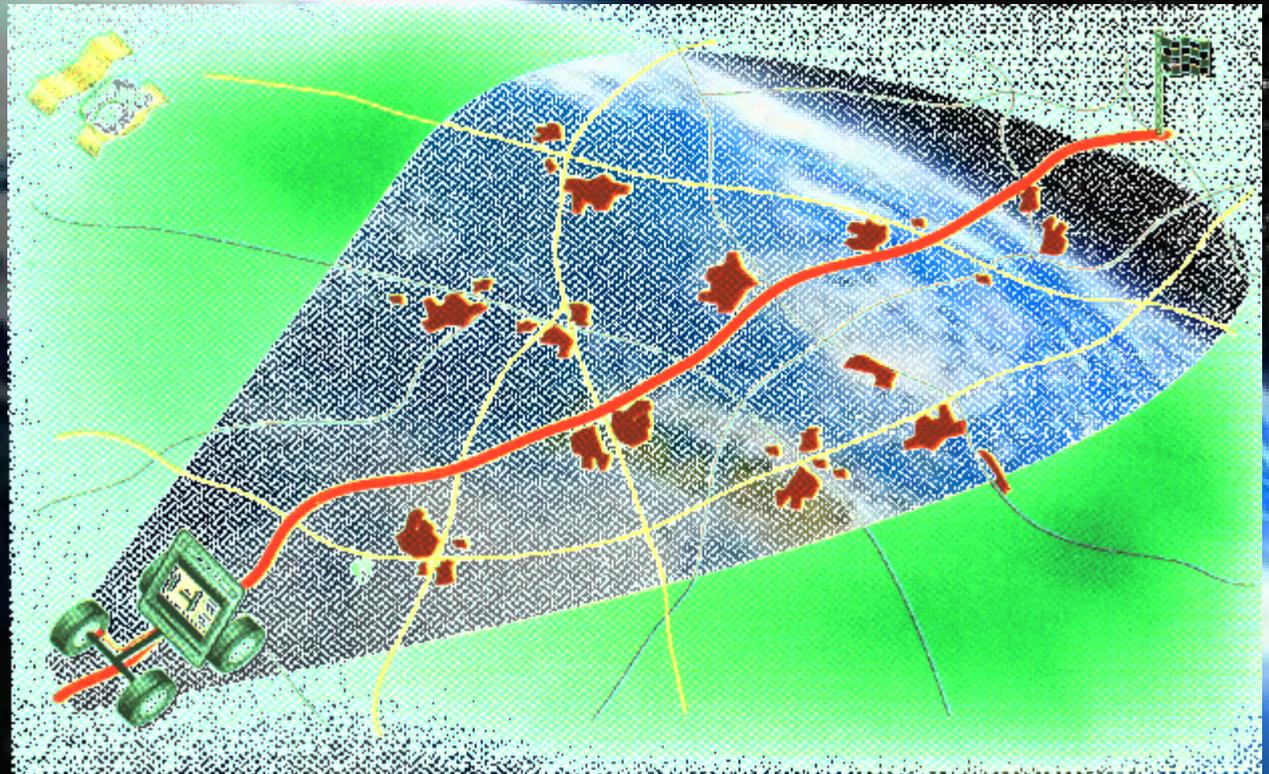
TMC-Sendelandschaft



Sensoren / Informationsgeber

TMC BOX:

Kontrolliert, ob Verkehrsbehinderungen vorhanden sind...

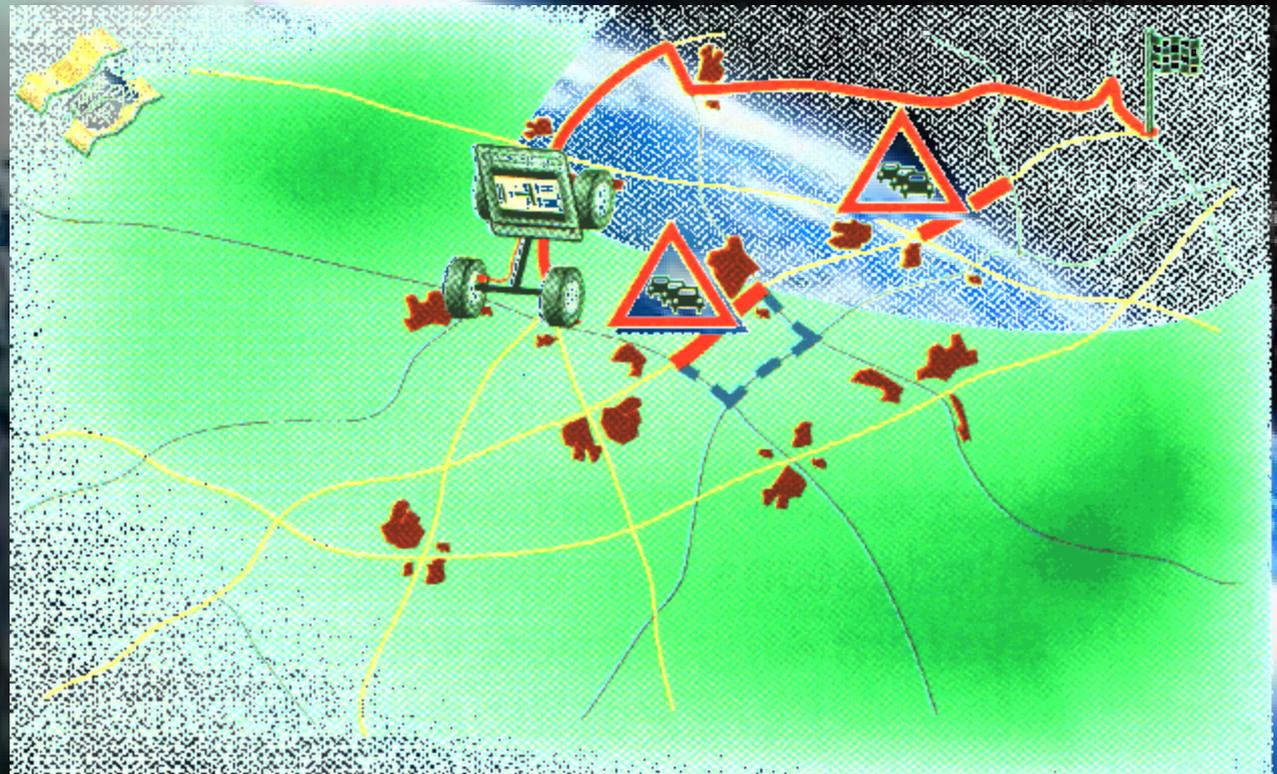


Sensoren / Informationsgeber

TMC BOX:

Auch bei weiteren Verkehrsbehinderungen reagiert

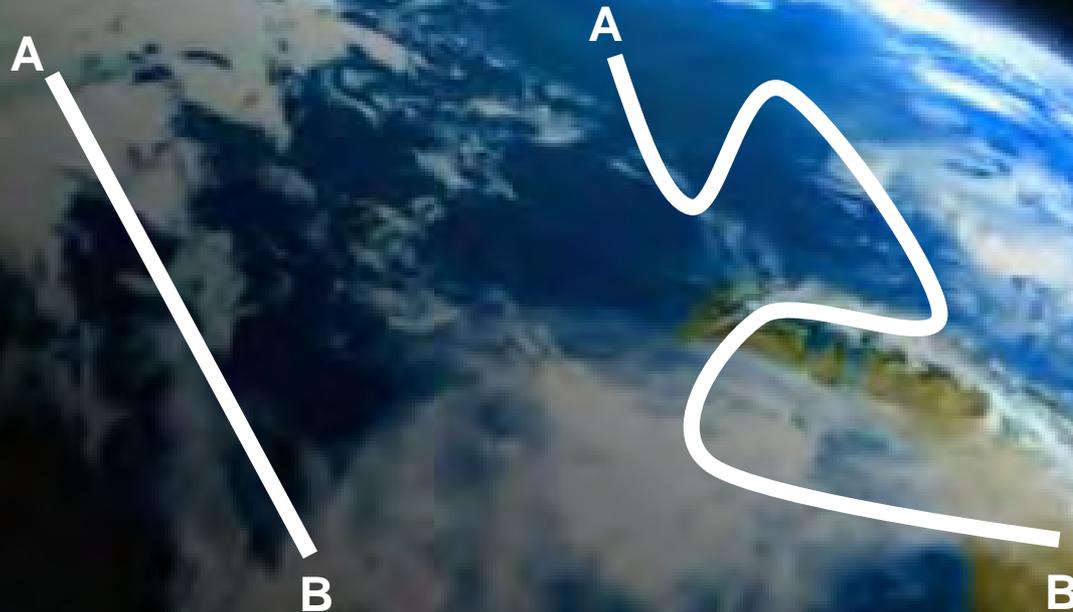
Das Navigationsgerät dynamisch.



Sensoren / Informationsgeber

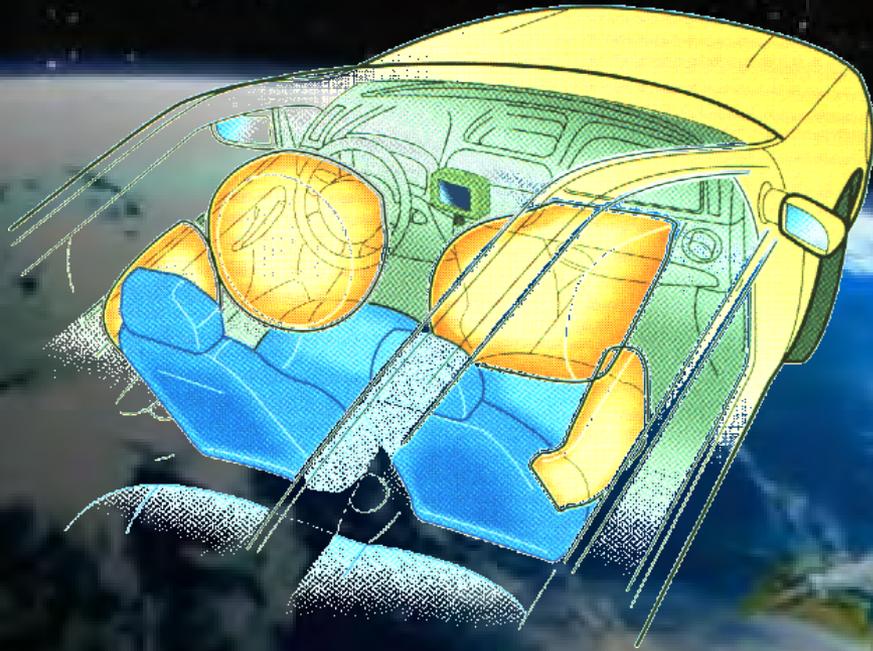
Routenkriterien:

Grundsätzlich ist die Funktion der Routenkriterien zu berücksichtigen. Eine Berechnung der kürzesten Route kann durchaus länger dauern als eine Berechnung der schnellsten Route.



Gefahren

Beim nachträglichen Einbau zu beachten:

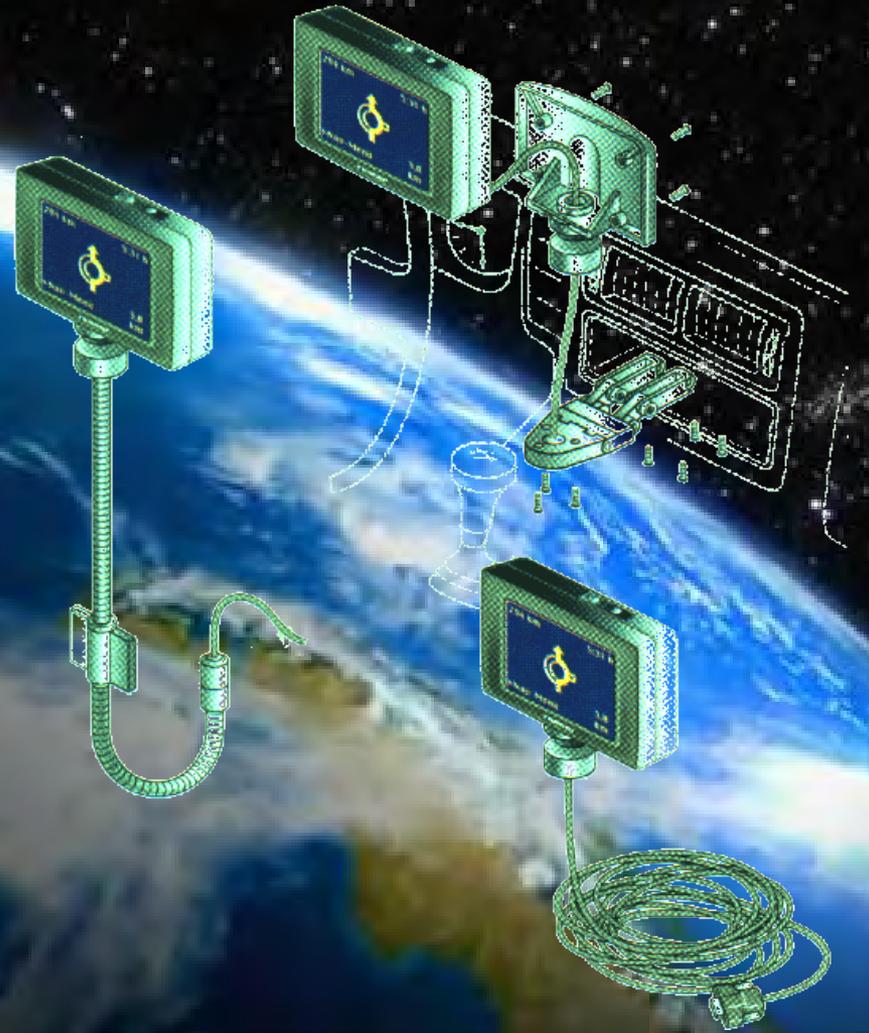


Welcher Einbauort wurde gewählt?

Gefahren

Beim nachträglichen Einbau zu beachten:

Verschiedene Hersteller bieten diverse Systeme zur Befestigung der Monitore an.



Kalibrieren

Die Kalibrierung erfolgt in der Regel nur bei nachrüst- Navigationsgeräten.

Dabei „lernt“ der Rechner wie viele Impulse bei einer festgelegten Strecke vom Drehzahlgeber abgegeben werden.

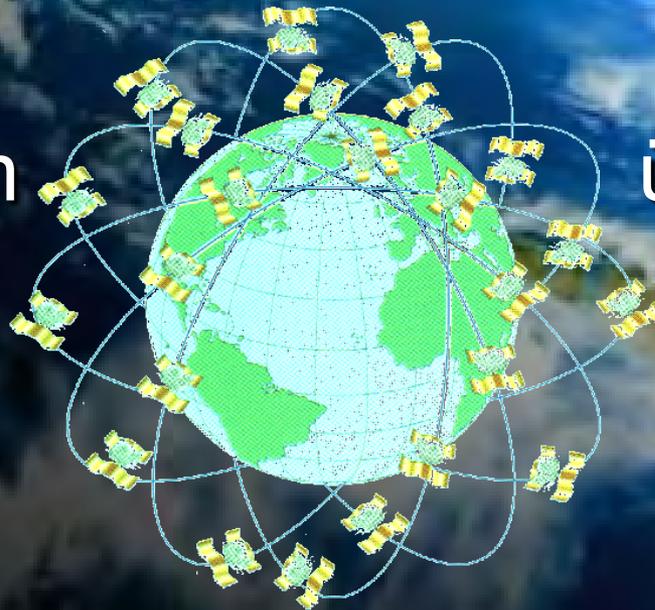
„Mein Navi kann das nicht...“

Wie gut ein Navigationsgerät arbeitet hängt von der Software ab mit dem es arbeiten kann.



Galileo

Um vom US- Amerikanischen GPS System unabhängig zu werden plant die EU ein eigenes GPS namens Galileo zu installieren. Galileo wird dabei 32 (29 + 3 Ersatz) Satelliten einsetzen und so ein weltweites ziviles Pendant zum Amerikanischen GPS werden.
Höhe: 23260km über der Erde.



Galileo

In der dritten Phase, der Errichtungsphase, wird das System fertiggestellt. Die ersten vier Satelliten (In Orbit Validation IOV) sollen im ersten und zweiten Quartal 2011 mit zwei Starts ins All gebracht werden.

Erste Dienste sollen voraussichtlich ab 2014 angeboten werden, während die vollständige Konstellation mit allen Diensten nicht vor 2016 betriebsbereit sein wird



*Vielen Dank für ihre
Aufmerksamkeit!!!*

***CAR**tec*

Fahrzeugtechnik

*Daniel Gramlich
Kraftfahrzeugtechnikermeister*

www.cartec-fahrzeugtechnik.de