

# Technische Hochschule Brandenburg – University of Applied Sciences



## **Dokumentation Entwicklung autonomer mobiler Systeme**

JUSTINA – a Platform for Automotive Land Vehicle Research and Development

am Fachbereich Ingenieurwesen  
der Technischen Hochschule Brandenburg  
von

**Engin Hinze (20104543)**

Dokumentation in html über JUSTINA Projektarbeit – GPS / DGPS und Buskommunikation

!!!KURZSCHRIFT

#hauptkapitel

JUSTINA Projektarbeit – GPS / DGPS und Buskommunikation

#h2

GPS Allgemein

#p

GPS steht für „Global Positioning System“ und ist eine Konstellation aus mehreren solarbetriebenen Satelliten. Die Satelliten umkreisen die Erde in nahezu perfekten Umlaufbahnen. Die Umlaufbahnen sind so angeordnet, dass an jedem Punkt der Erde mindestens 4 Satelliten für GPS-Empfänger verfügbar sind. Um die Erde herum fliegen etwa 30 Satelliten in einer Höhe von etwa 25.000km. Die Anzahl der Satelliten ist variabel, da einige Satelliten wegen Wartungsarbeiten deaktiviert werden müssen oder neue Satelliten ins All geschossen werden. Jeder Satellit besitzt eine interne Atomuhr. Atomuhren gelten als die genauesten Uhren und werden auch primäre Uhren genannt. GPS-Geräte empfangen zu jeder Zeit von 4 Satelliten zu jeder Zeit Signale. Ein GPS-Empfänger besitzt ebenfalls eine interne Uhr. Da die interne Uhr keine Atomuhr ist, jedoch die Zeit mit dem von Satelliten übereinstimmen muss, werden für die internen Uhren im GPS-Empfänger Gleichungen aufgestellt. Für einen Satelliten gibt es eine Gleichung, die die Zeitdifferenz berechnet und ausgleicht. Jeder Satellit sendet permanent Radiowellen zur Erde, die von einem GPS-Empfänger empfangen werden können. Integrierte Computer benutzen diese Signale, um die Position auf der Erde bis auf wenige Meter genau zu bestimmen.

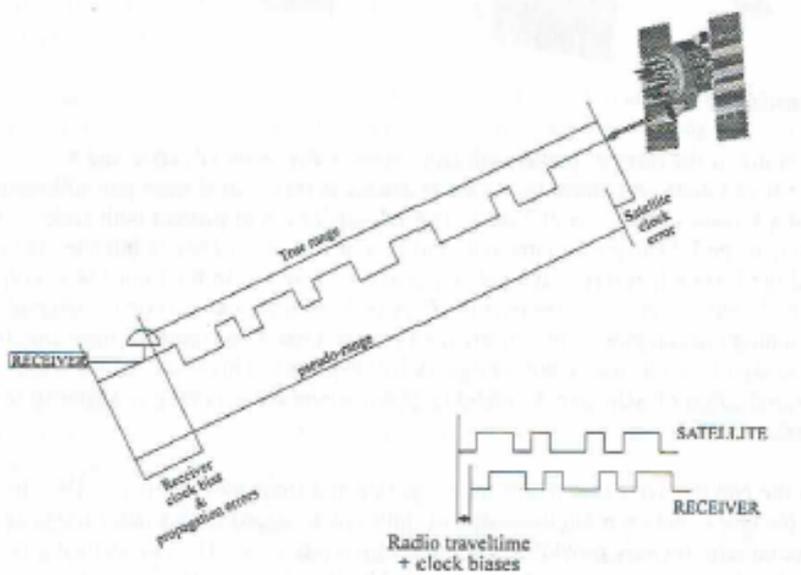
#br

#h2

NAVSTAR GPS

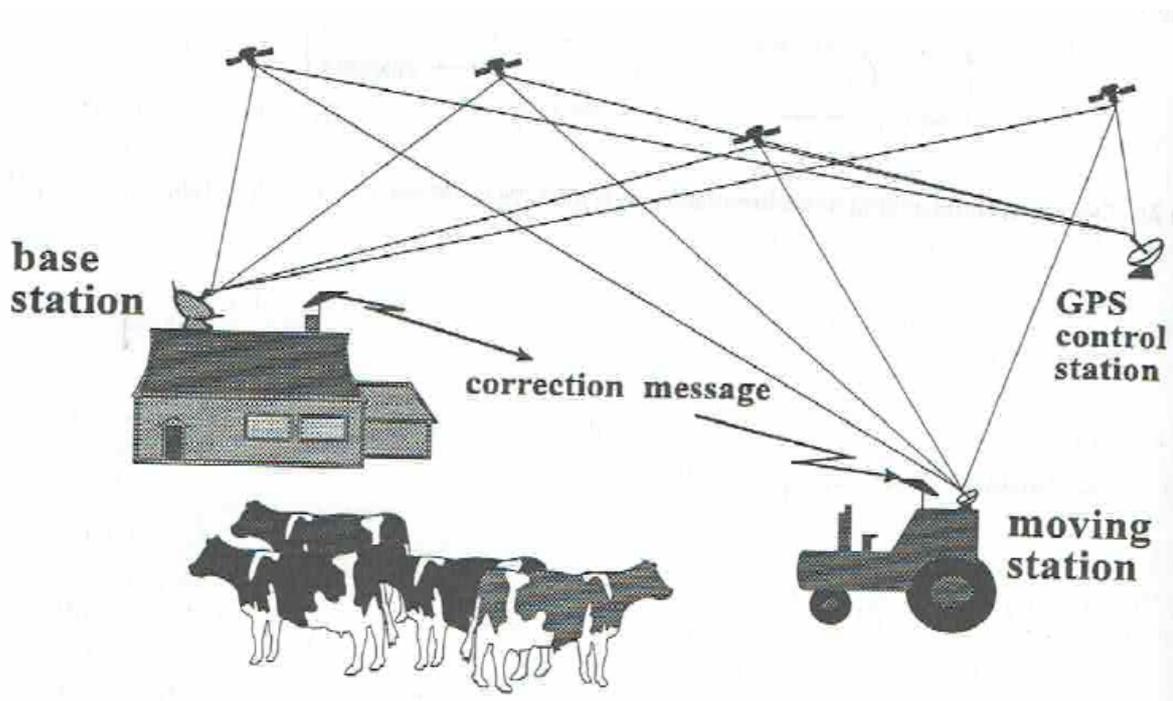
#p

Im Projekt JUSTINA wurde das NAVSTAR GPS benutzt. NAVSTAR steht für „Navigational Satellite Timing and Ranging – Global Positioning System“ und ist ein Globales Navigationssatellitensystem zur Positionsbestimmung. Die Genauigkeit von NAVSTAR Satelliten ist seit dem Jahr 2000 oft besser als 10m. Dieser Satellit wurde für das Projekt vorallem gewählt, weil dieser besonders genau war und eine hohe Verfügbarkeit hatte. Der NAVSTAR Satellit stellt jede Sekunde, 24 Stunden am Tag Positionsinformationen zur Verfügung. Es gibt's 21 NAVSTAR Satelliten, somit konnten zu jeder Zeit 4 Satelliten weltweit zur Ortung bereit sein. Jeder Satellit sendet einzigartig kondierte Sequenzen, um den jeweiligen Satelliten zu identifizieren. Die Satelliten übertragen mit zwei L-Band Frequenzen, mit L1 = 1575,42 MHz und L2 = 1227,60 MHz. L1 und L2 haben eine Taktfrequenz von 10,23 MHz. Jedes Signal wird via PWM (Pulsweitenmodulation) übertragen.



## #h2 DGPS

#p  
Das DGPS (Differential Global Positioning System) Verfahren arbeitet mit Differenzmethoden. Die Genauigkeit lässt sich dadurch in der Umgebung eines Referenzempfängers auf Werte im Zentimeterbereich oder besser steigern. Die Differenzwerte werden als Korrektursignale über Rundfunk an die GPS-Benutzer im Umkreis übertragen. Diese werden decodiert und in ihrer Positionsberechnung berücksichtigt. Die DGPS-Korrektursignale werden alle paar Sekunden übertragen – bei hochgenauen Anwendungen mehrmals in einer Sekunde.



#p

Der Nachteil der DGPS-Methode ist, dass die Referenzstation und der bewegliche Empfänger die gleichen Satelliten benutzen müssen. Wenn dies nicht der Fall ist gibt es erhebliche Unterschiede bei der Positionsermittlung, somit wird die Positionsbestimmung des beweglichen Empfängers ungenau. Daher funktioniert die Methodik auch nur bei nahen Abständen zwischen Referenzstation bzw. Basisstation und beweglichem Empfänger. Dies lässt sich daher ideal für die Landwirtschaft anwenden. Da die Landwirtschaftsfahrzeuge (bewegliche Empfänger) sich nicht weit vom Bauernhof (Referenzstation) entfernen.

#h2

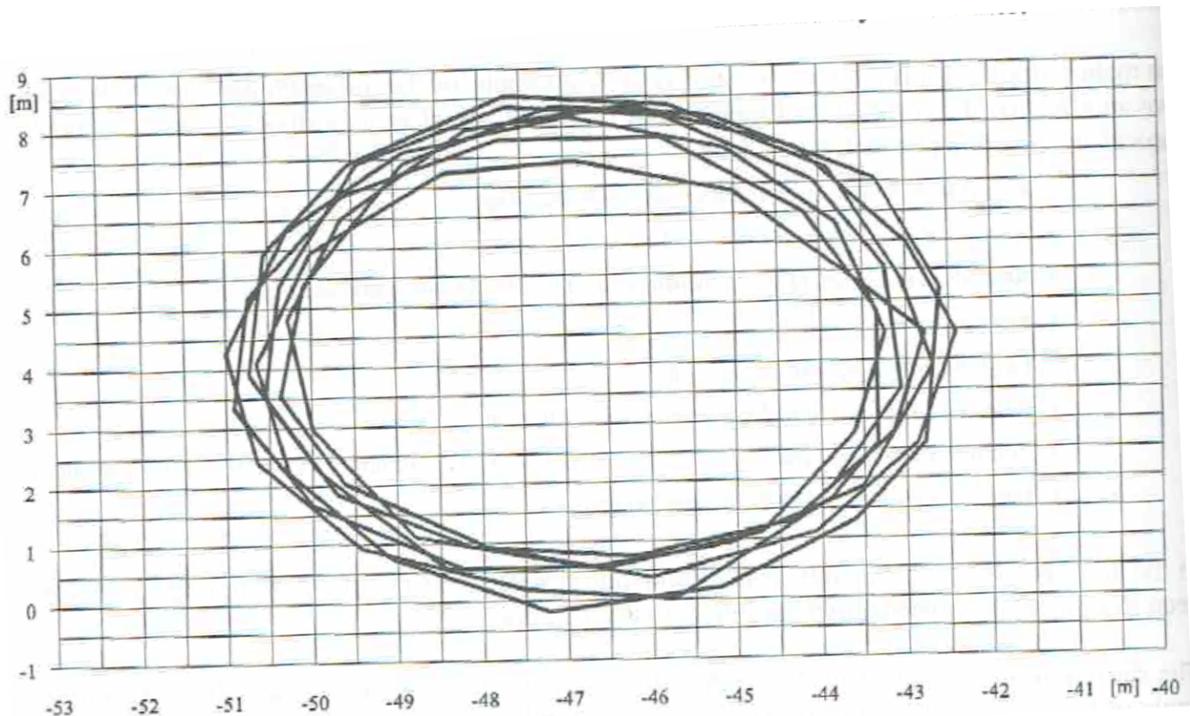
Testfahrten mit dem JUSTINA Fahrzeug

#h3

Test 1 – fahren in einer Kreisbahn

#p

Um die Genauigkeit der DGPS Methode zu testen, wurden manuell verschiedene Routen abgefahren, welche dann mit Hilfe der DGPS Methode gemessen wurden. Das beste Ergebnis wurde erzielt, wenn das Fahrzeug langsam in einer Kreisbahn fuhr. Das Fahrzeug fuhr exakt dieselbe Linie mehrmals mit einer Ungenauigkeit von 5cm. Das gemessene Ergebnis variierte circa zwischen -1m bis 1m.

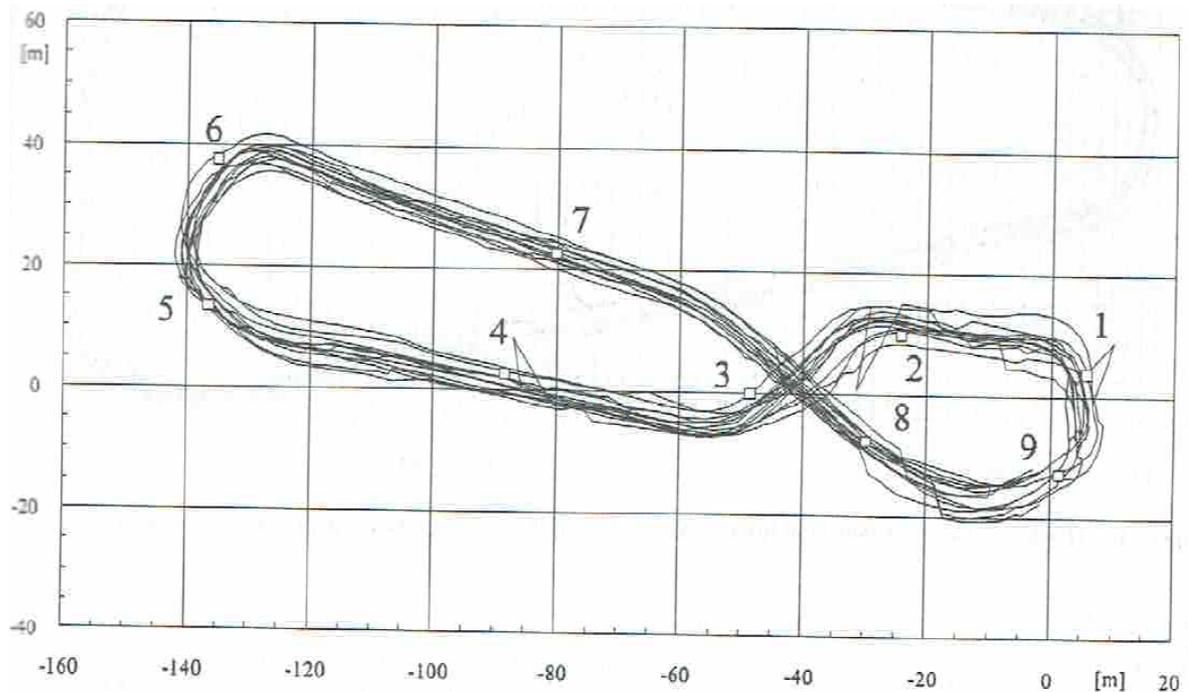


#h3

Test 2 – entlang fahren eines Parcours

#p

Beim zweiten Test wurde wieder manuell auf einer Route mit 10 schmalen Toren (Gates) gefahren. Die Gates wurden mit Verkehrshütchen aufgebaut. Durch diese Tore musste der Fahrer das Fahrzeug fahren. Die Strecke wurde mehrmals abgefahren. Die Genauigkeit betrug nun circa zwischen -3m bis 3m. Die gefahrene Geschwindigkeit war sehr gering, kleiner als 10km/h.

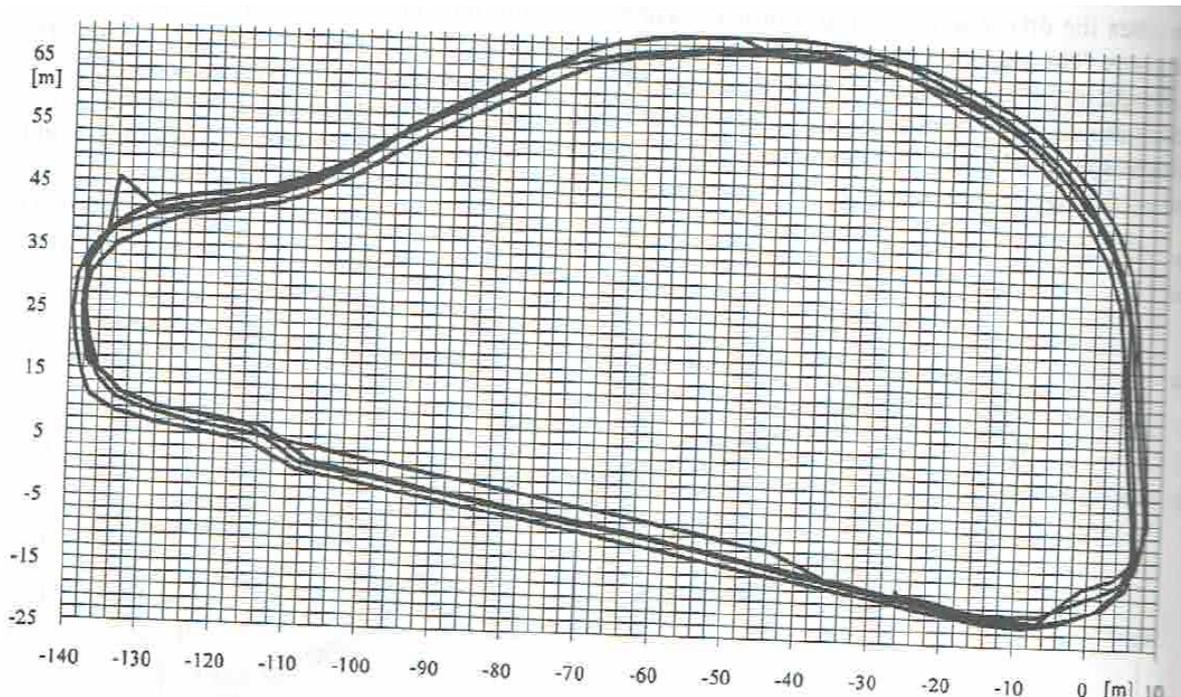


#h3

Test 3 – Fahrt auf offener Straße zwischen Gebäuden

#p

Beim letzten Test wurde eine gerade Linie auf der Straße zwischen Gebäuden abgefahren. In diesem Test folgte das Fahrzeug die Mitte der Straße. Die Genauigkeit mit der die Strecke abgefahren wurde betrug 5cm. Die Fahrgeschwindigkeit war kleiner als 5kmh. Die Anzahl der Satelliten variierte zwischen 4 und 8 Satelliten. Wenn die Anzahl sich änderte ist in dem Test Diagramm ein Step zu sehen. Diese Stufe betrug eine Ungenauigkeit von 3m.

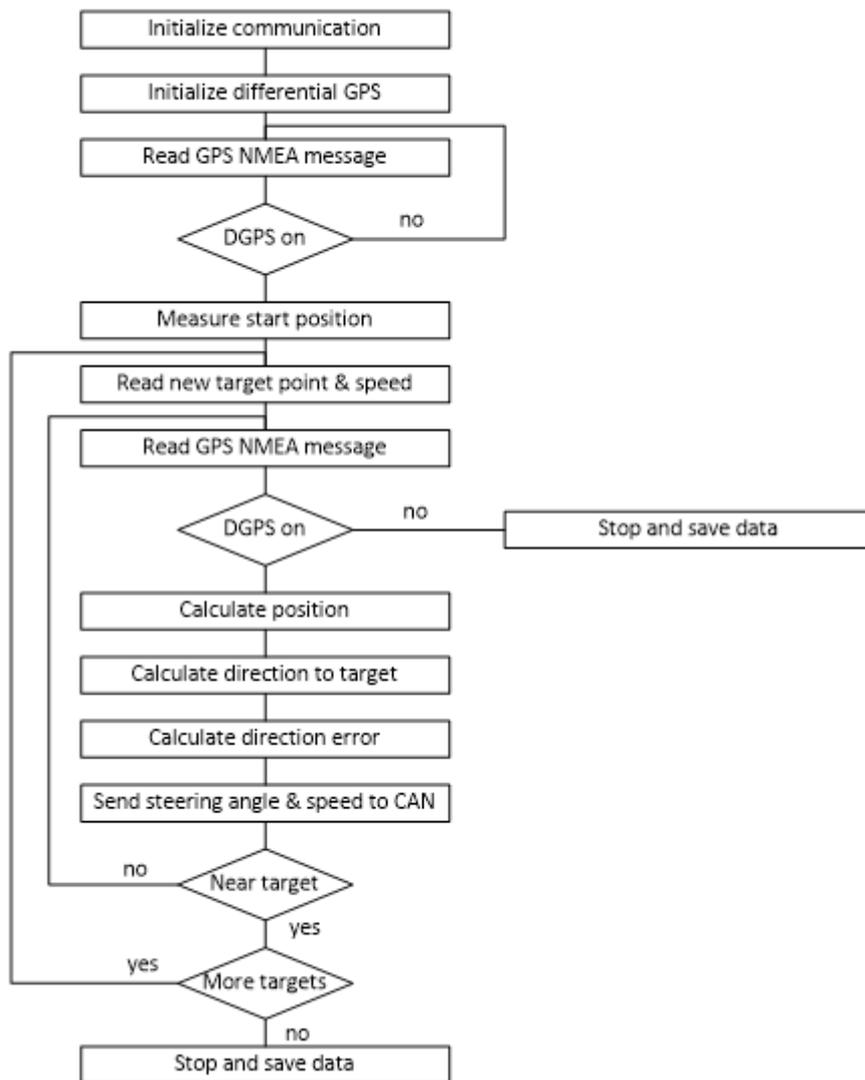


#h2

Navigationsprogramm, um mit der DGPS Methode fahrerlos eine vorgegebene Strecke abzufahren

#p

Im folgenden Bild ist ein Flussdiagramm vom Ablauf der Programmes zu sehen. Bevor das Justina Fahrzeug startet werden die initial Koordinaten berechnet. Während der Fahrt werden die Koordinaten der Zielpunkte von einem File gelesen. Dann wird die NMEA geprüft und gespeichert. NMEA ist dient zur Veranschaulichung der GPS-Daten.



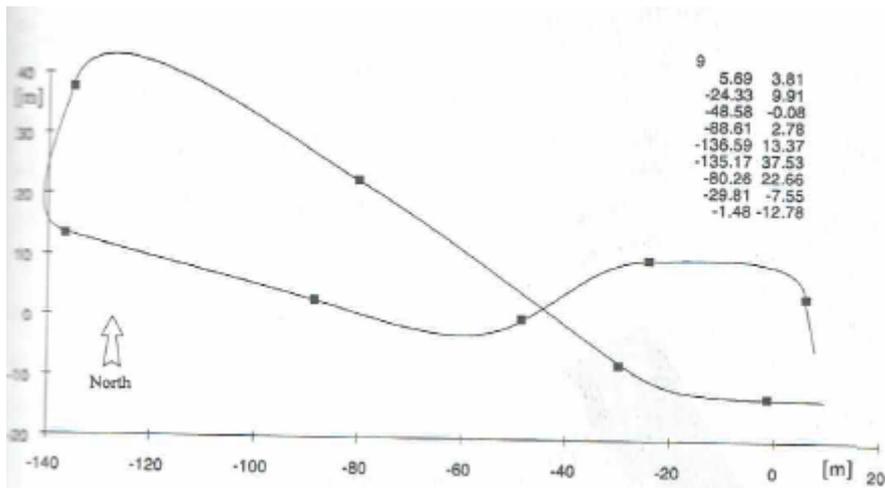
Im folgenden Bild sehen wir den typischen Testverlauf der vorgegebenen Route. Bevor Justina startet werden die initial Koordinaten berechnet. Während der Testfahrt werden die Zielkoordinaten von einer Datei gelesen. Dann werden die eingehenden NMEA Messages vom GPS Empfänger getestet. Wenn der differential Modus nicht an ist, bleibt das Fahrzeug stehen und die Testergebnisse werden gespeichert. Dies dient vor allem der Sicherheit.

### #h3

#### Testfahrten mit DGPS

### #p

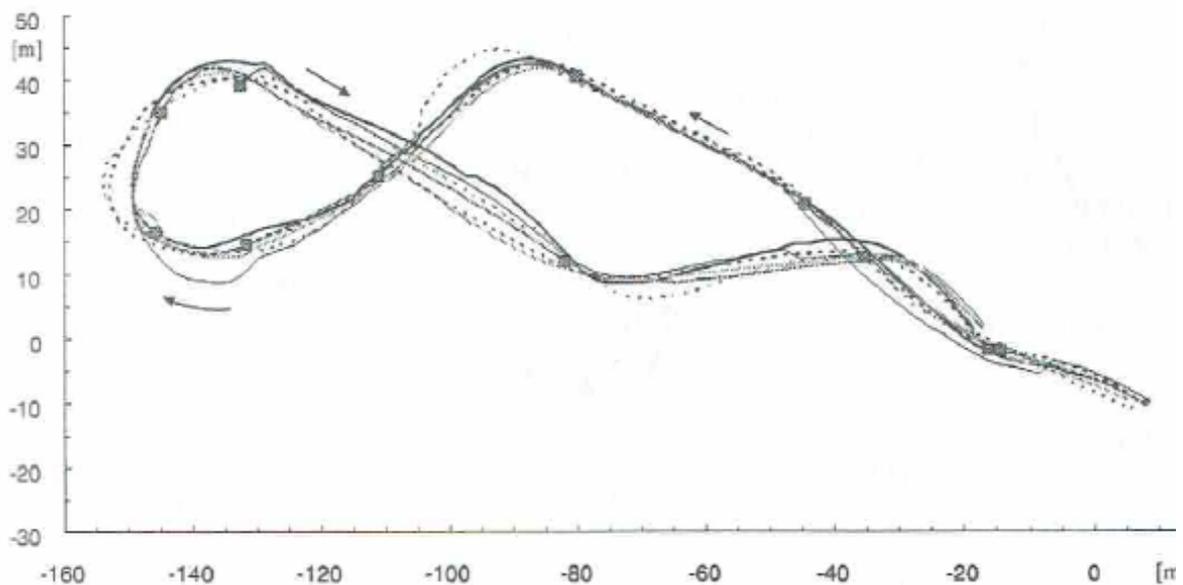
Weil einer der Ziele des JUSTINA Projektes die Entwicklung von Landwirtschaftsfahrzeugen war, die eine bestimmte Route abfahren sollten, basiert die Navigation mit der DGPS Methode auf Zielpunkten die vorgegeben werden. Das Koordinatensystem war so ausgewählt worden, das die positive x-Achse die Richtung nach Osten und die positive y-Achse die Richtung nach Norden darstellte. Der Koordinatenursprung wurde so gewählt, dass dieser an einer Ecke des Testfeldes liegt. Dies hatte den Vorteil, dass die Koordinatenwerte klein waren und leicht zu handhaben.



Hier sehen wir ein Beispiel für eine typische Testroute und zugehörige Data File

#br

Wenn der Differential Mode an ist, werden die Koordinaten der Fahrzeugposition berechnet. Die Berechnung schließt die Transformation von den Breiten- und Längengraden im Globalen Koordinatensystem ein. Eine neue Richtung und zum Zielpunkt und der Abstand vom Zielpunkt ist berechnet bei gebrauch der Fahrzeugposition.



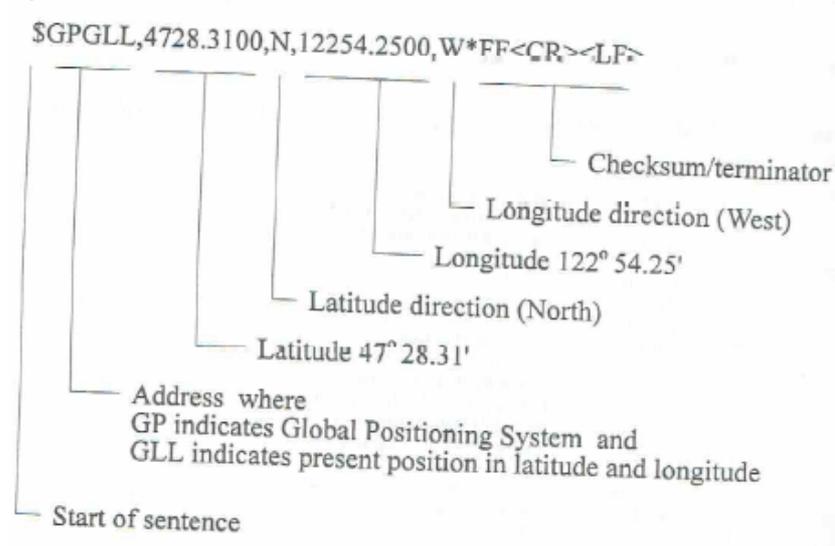
Ein Beispiel eines typischen Testlaufs vom automatisierten fahren mit DGPS ist im Bild zu sehen. Die Zielpunkte sind mit Quadraten markiert, die verschiedenen Linientypen zeigen verschiedene Testläufe an.

#br

#h3

NMEA Message Beispiel

#p



#h2

Buskommunikation in JUSTINA

#h3

CAN Kommunikation Allgemein

#p

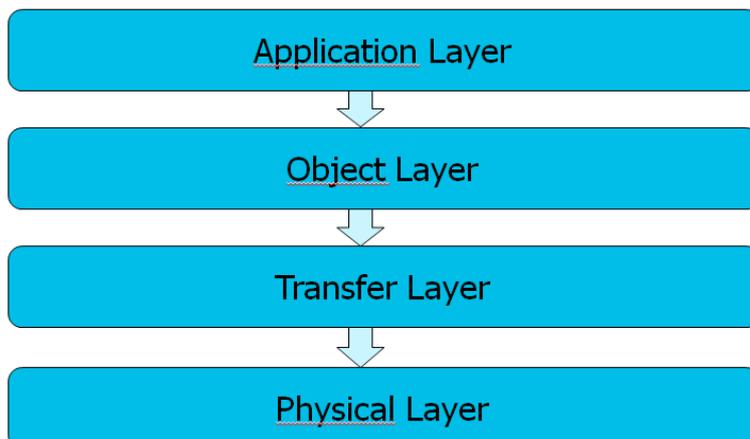
In einem Bussystem werden alle Komponenten über kurze Stichleitungen an eine gemeinsame Datenleitung angeschlossen. Der Aufwand für die Verkabelung wird dadurch minimiert, und es können leicht zusätzliche Komponenten angeschlossen werden. Der Datenfluss muss jedoch über ein Zugriffsverfahren (Protokoll) gesteuert werden. Das Controller Area Network (CAN) verbindet mehrere gleichberechtigte Komponenten (Knoten) über einen 2-Draht Bus miteinander.

#h2

CAN Protokoll in Justina

#p

Das CAN Protokoll besteht aus einer Schichtenarchitektur, wie im Bild zu sehen ist.



Das Schichtenmodell definiert eine Unterteilung von CAN Systemen in drei logische Schichten, welche die Kommunikation zwischen den Benutzern und den verschiedenen Abstraktionsleveln repräsentieren.

```
#ul
Object Layer
Transfer Layer
Physical Layer
```

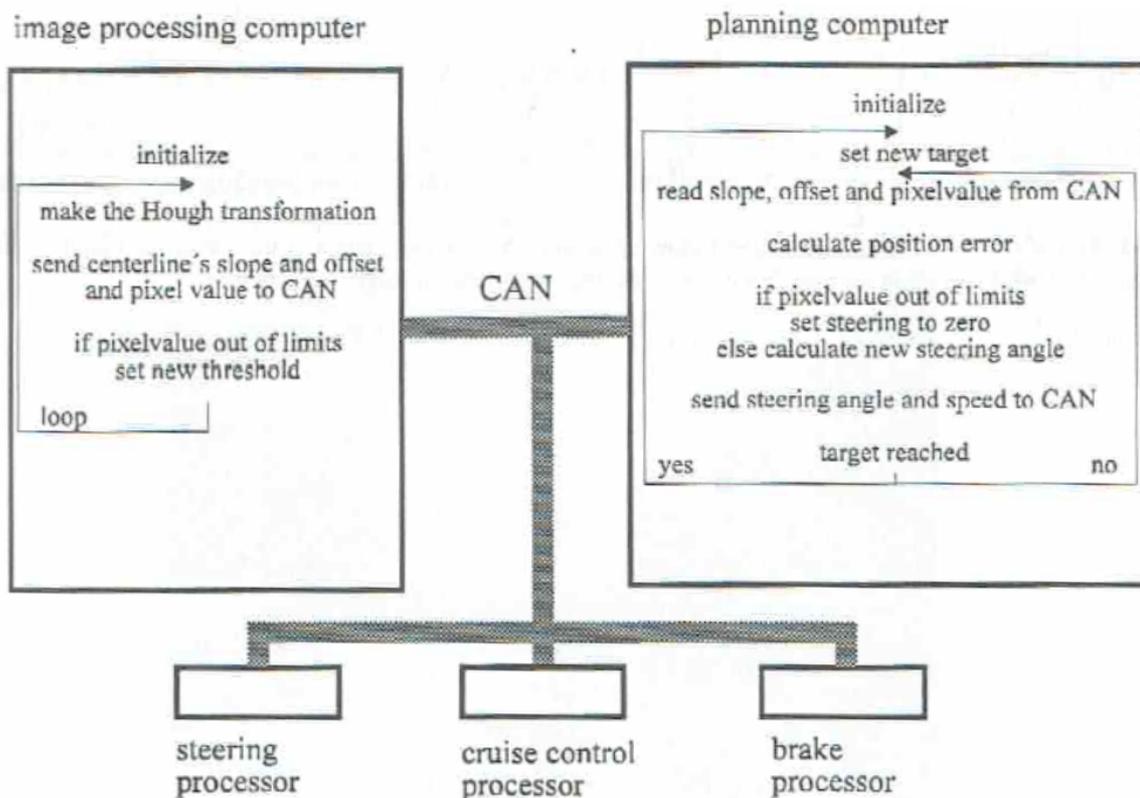
```
#br
```

```
#p
```

Der Objekt Layer priorisiert die ankommenden Informationen. Weiterhin findet dort eine Zwischenspeicherung der Nachrichten statt. Es wird ein Abnahme Check vorgenommen, ob die Information freigegeben werden kann oder nicht. Es findet eine automatische Neuübertragung der Information nach Fehlern statt.

Im Transfer Layer passiert eine Fehler Beschränkung, eine Fehlererkennung und Fehlerbearbeitung, eine Eingangsbestätigung und eine Entscheidung.

Im Physical Layer sind die physikalischen Elemente dargestellt. Wie die Bit Darstellung, die Übertragungsrate und die Übertragungsmittel.



Das System wird über ein CAN Netzwerk gesteuert. Die beiden Hauptsysteme sind der Bildverarbeitungscomputer und der Planungscomputer. Im Bildverarbeitungscomputer findet unter anderem die Hough Transformation statt und im Planungscomputer wird hauptsächlich die Positionsermittlung über DGPS

und berechnung der Route vorgenommen. Beide Computer senden Informationen an das CAN Netzwerk. Dieser entscheidet welche information Priorität hat und sendet an das dementsprechende Steuergerät das richtige Signal. Dabei handelt es sich um das Lenkungssteuergerät, den Fahrten Regler Steuergerät und dem Bremsensteuergerät.

!!!ENDE