



Untersuchung der Machbarkeit eines Verfolgerdisplays als Entscheidungshilfe in Segelflugwettbewerben

C. Seehof (DLR), M. Schollerer (DLR), S. Oppermann (HS Bremen)

Symposium für Segelflugzeugentwicklung 2015

19. / 20. November 2015, Darmstadt



Wissen für Morgen

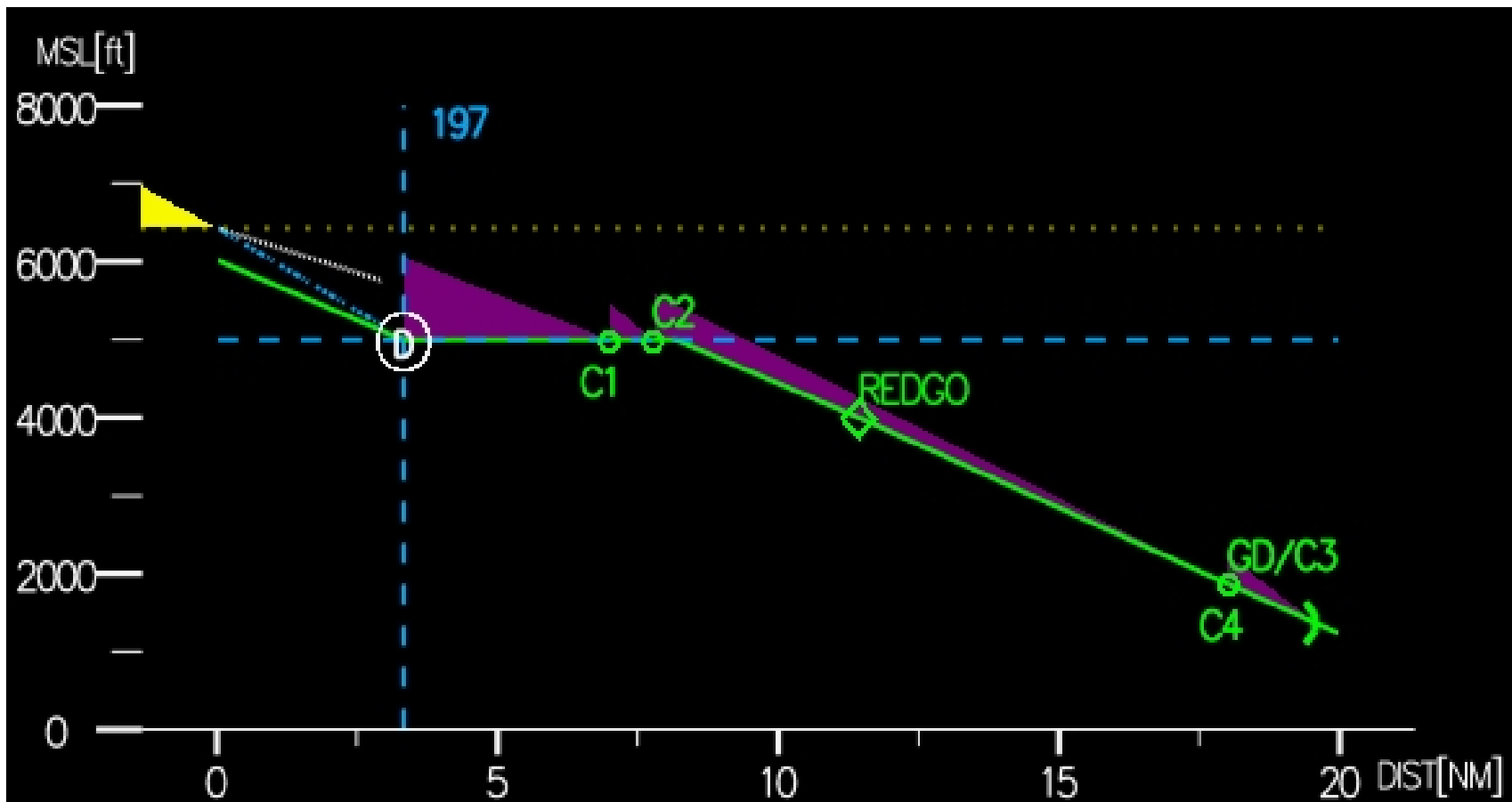


Übersicht

- Motivation
- Grundlagen
- Stand der Technik
- Anwendung
- Zusammenfassung

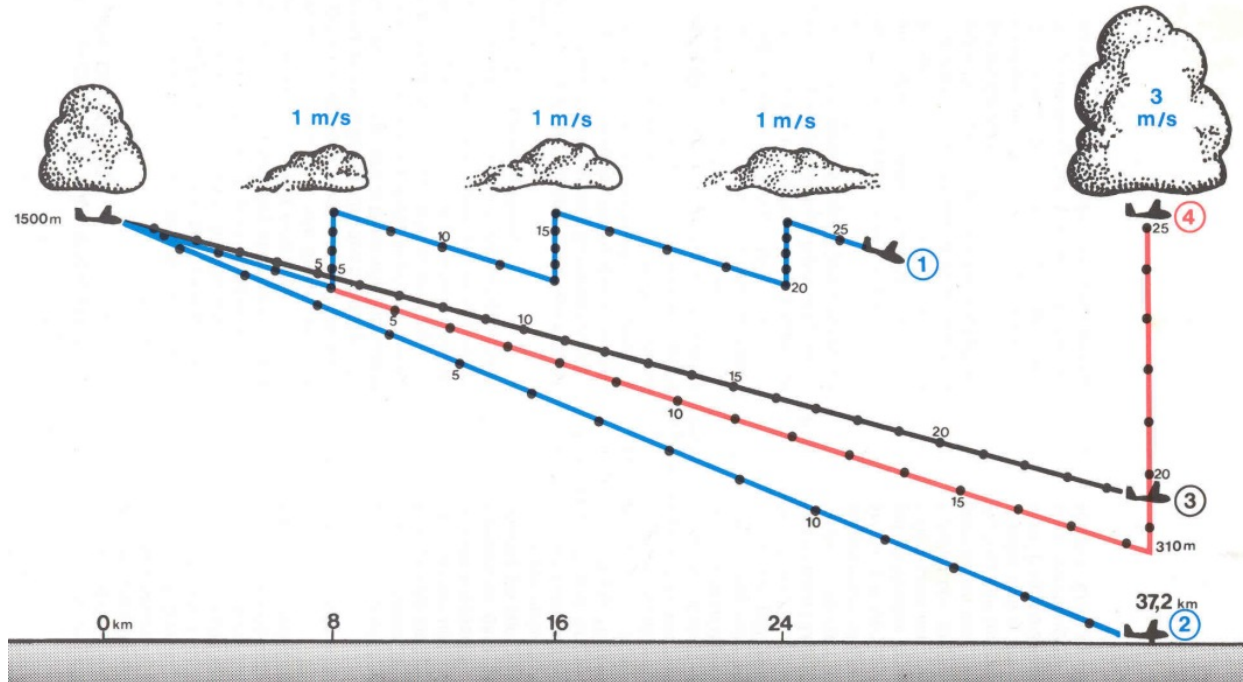


Motivation



Solfahrttheorie

- Verfahren zur Optimierung des eigenen Flugweges
- Eigene Erfahrungswerte des aktuellen und früherer Flüge fließen ein

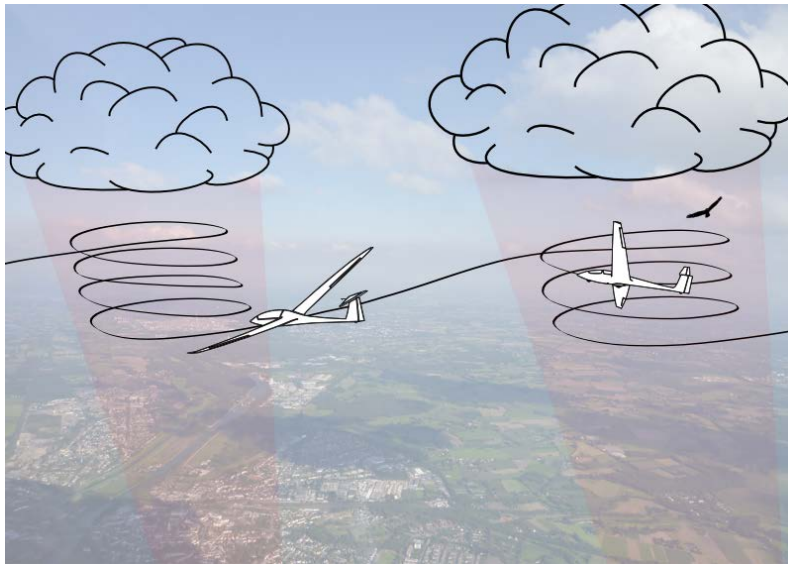


Quellen: Reichmann, Streckensegelflug



Beobachten anderer Segelflugzeuge

- Aktuelle Situation fremder Luftfahrzeuge fließt ein
- Vergleich mit anderen Segelflugzeugen
- Fliegen im Pulk ohne / mit geringer gegenseitiger Abstimmung Segelflugzeugen



Quellen: <http://www.lsv-dorsten.de/wp-content/uploads/thermik.png> / Google Earth / <http://www.onlinecontest.org>



Teamflug

- Aktuelle Situation und Erfahrung von Mannschaftskollegen fließt ein
- Systematische Optimierung des Flugweges
- Teammitglieder fungieren gegenseitig als „Sensoren“
- Gegenseitiger und intensiver Austausch von Informationen
- Grundsätzlich besitzt der Verfolger einen Vorteil

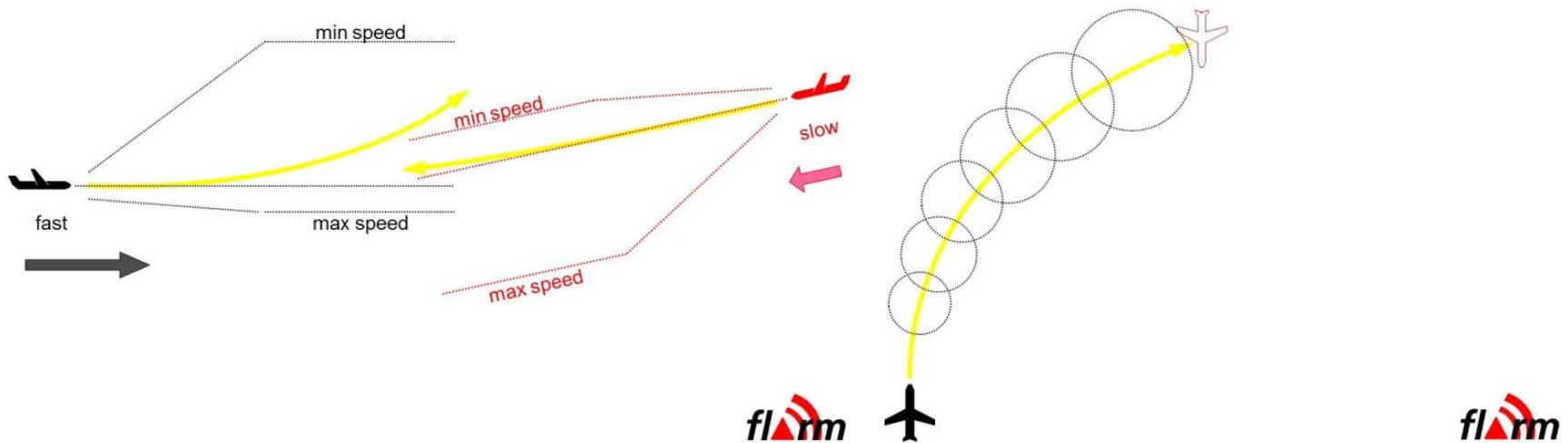


Quellen: Google Earth / <http://www.onlinecontest.org>



Kollisionswarngeräte (FLARM)

- Automatisierter Austausch von Flugweginformationen
- Auswertung und Abgleich mit der eigenen Situation
- Warnung vor potentiellen Gefahren infolge ungewollter Annäherung

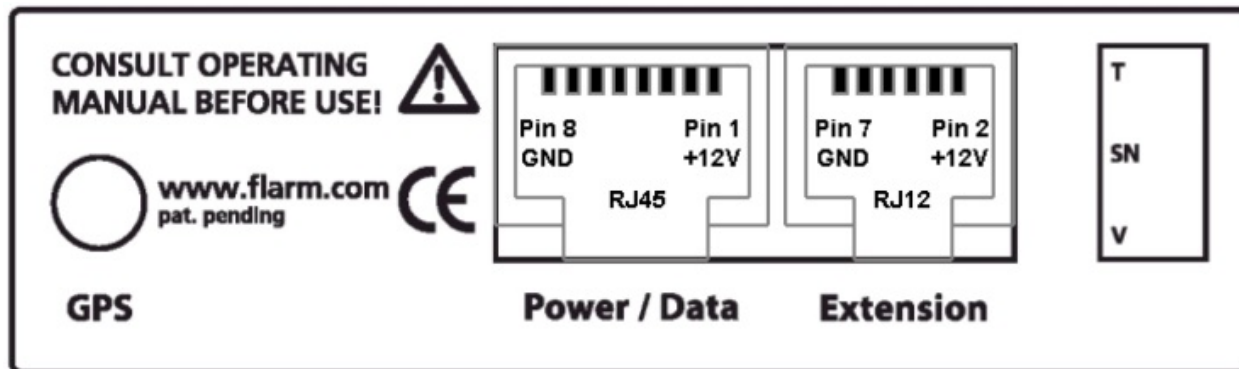


Quelle: <http://flarm.invisionzone.com/index.php?showtopic=16&page=2>



FLARM

- Hohe Ausrüstungsquote bei Segelflugzeugen
- Wettbewerbsordnungen schreiben den Einsatz vor
- Schnittstellen für Drittgeräte
- RJ 12 „Extension Port“ Hauptinformationen
- RJ 45 „Data Port“ Zusatzinformationen

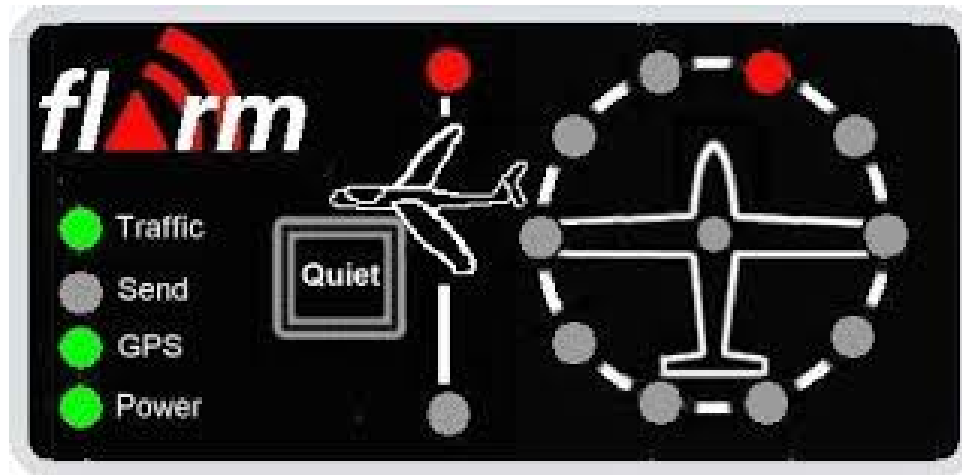


Quelle: <http://www.flarm.de>



FLARM: Hauptdatensatz

- Beinhaltet alle für die direkte Kollisionserkennung erforderlichen Signale
- z.B. Zustand Sende- und Empfangseinheit
- Relative Position (Richtung, Höhe und Distanz) zu anderen Stationen



PFLAU, < RX >, < TX >, < GPS >, < Power >, < AlarmLevel >, < RelativeBearing >, < AlarmType >, < RelativeVertical >, < RelativeDistance >, < ID >

Quelle: <http://www.flarm.de>



FLARM: Nebendatensatz

- Beinhaltet zusätzliche Informationen für die taktische Flugwegplanung
- z.B. Steigwerte oder Fluggeschwindigkeit anderer Segelflugzeuge
- Anzeige kann unterdrückt werden (Competition Mode)
- Funktion deaktivierbar (Stealth Mode)

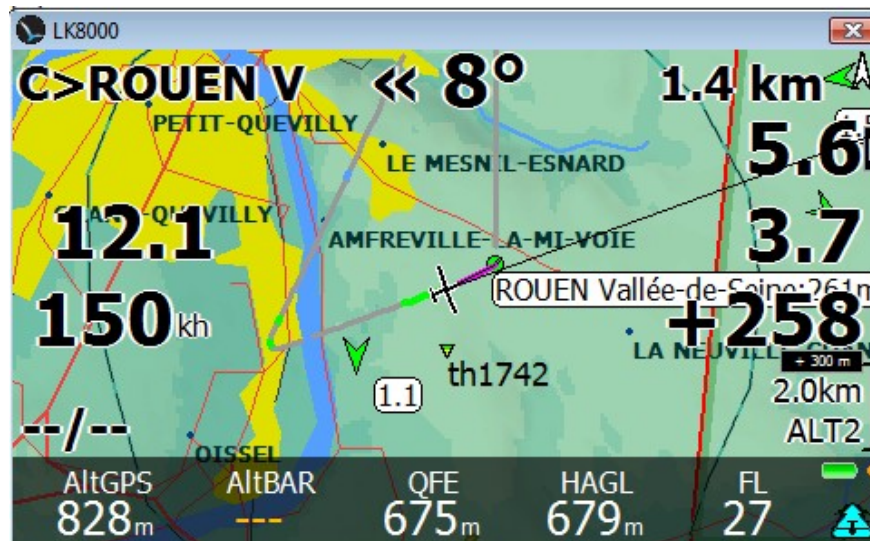


PFLAA, < AlarmLevel >,
< RelativeNorth >, < RelativeEast >,
< RelativeVertical >, < ID-Type >,
< ID >, < Track >, < TurnRate >,
< GroundSpeed >, < ClimbRate >,
< AcftType >



FLARM: Taktische Hilfen

- Kombination aus
 - Kollisionswarnung
 - Navigationsunterstützung und
 - Informationen über andere Segelflugzeuge



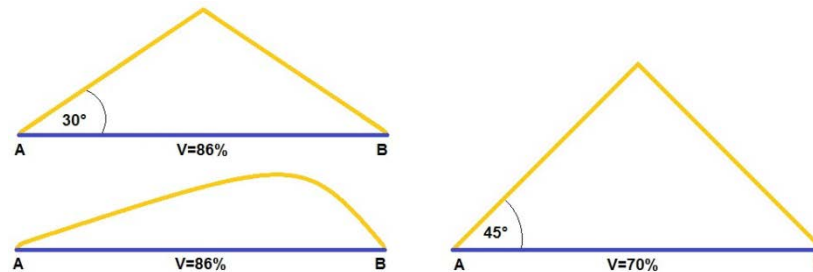
Quelle: <http://www.g.r.a.l.free.fr>



Vision: Automatisierte, taktische Flugwegplanung

- Verfolgung vorausfliegender Segelflugzeuge
- Team- oder Einzelflug
- Kontinuierliche Auswertung von FLARM-Daten
- Ausschließlich Nutzung der Hauptinformationen
- Optimierung des Flugweges auf dieser Grundlage

- Machbarkeitsstudie im Rahmen einer Studienarbeit



Quelle: Reichmann, „Streckensegelflug“



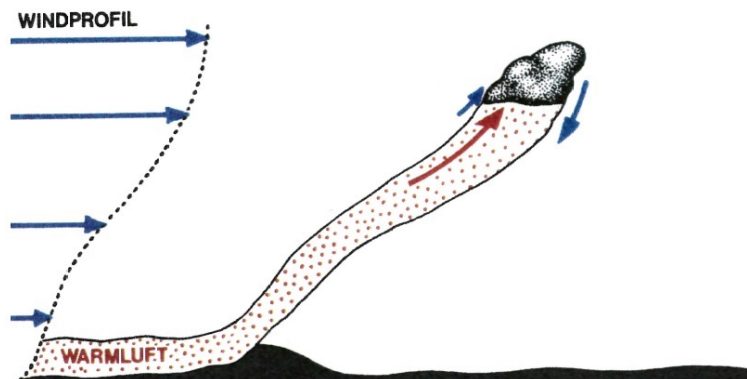
Randbedingungen

- Es gilt FLARM-Pflicht bei vielen Wettbewerben
- Stealth-Modus ist erlaubt, Hauptinformationen sind nicht deaktivierbar
- Nebeninformationen näherungsweise aus Hauptinformationen ermitteln
- Eine Zuordnung der FLARM-Signale mit Hilfe der ID ist möglich
- Reichweite von 4 bis 8 km, erweiterbar auf 20 km
- Beispiel:
 - Reichweite 5 km
 - Fluggeschwindigkeit 150 km/h
 - Max. Zeitdifferenz: 2 Minuten



Anwendung für den Einzelflug

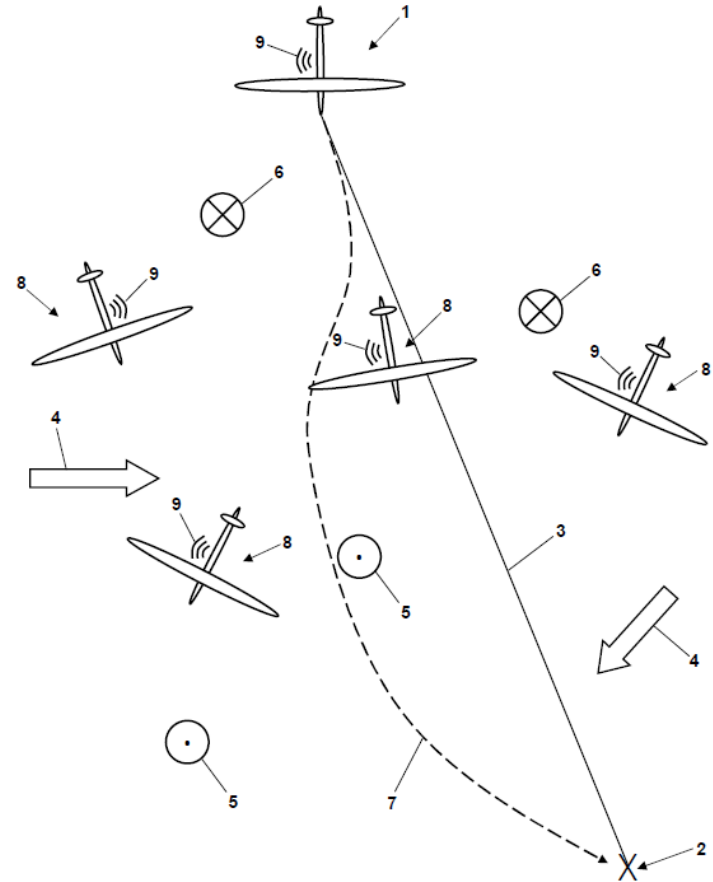
- Suche nach der optimalen Geschwindigkeit
 - Sollfahrttheorie
 - Aufwindmodell
- Lage und Stärke des nächsten Aufwindes mittels FLARM-Daten abschätzbar



Anwendung für den Team- / Wettbewerbsflug

- Fliegen im Pulk oder Team
- Sollfahrttheorie
- Andere Segelflugzeuge als Sensor

- Flugweg ist auf Grundlage der bekannten Informationen optimierbar



Offline Demonstrator

➤ .igc-Daten (NMEA-Format)

➤ Hauptwerte:

- Sollfahrt
- Wind
- Position der Thermik

➤ Hilfswerte:

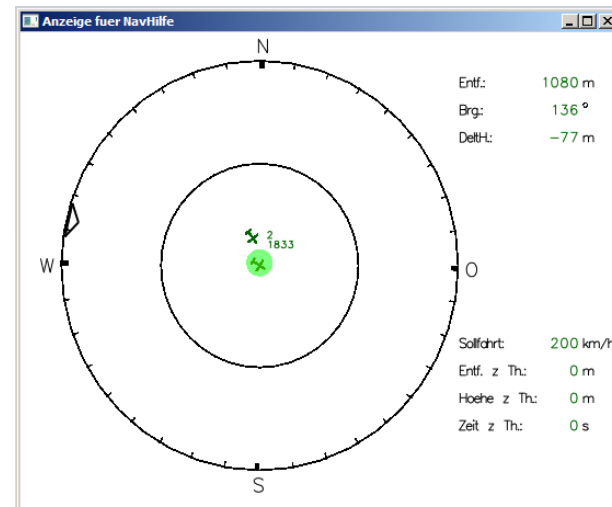
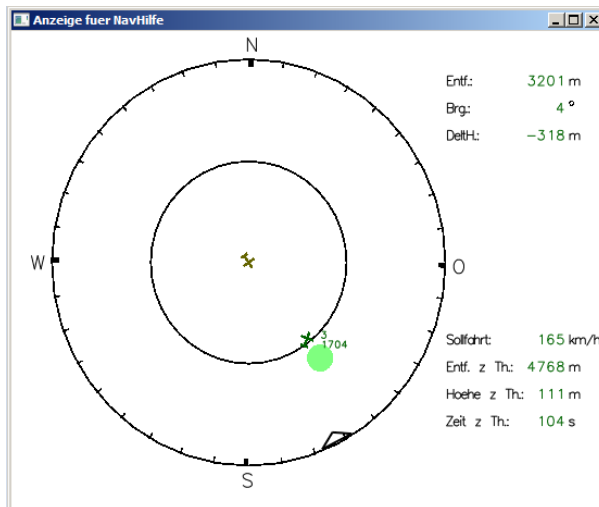
- Fluggeschwindigkeit
- Heading
- Bearing
- Steiggeschwindigkeit
- Entfernung

```
LLXVALWAYSRUN:FALSE
LLXVBLUETOOTH:ON
LLXVNMEA:ON
LLXVBAUDRATE:115200bps
LLXVAUTOOFF:OFF
LLXVEC:5
LLXVETC:9
LLXVBB:2.88
LLXVTEMP:54.1
LLXVPRODNR:g94z
B1029335210588N00902967EA000410005000691000580191
F10293312252931240602043214
B1029345210587N00902967EA000410005000694900568185
B1029355210586N00902967EA000410005000699900572178
B1029365210586N00902967EA000410005000699900576180
LLXVTAKEOFF,GSP
B1029375210585N00902967EA000410005000699900572179
```



Offline Demonstrator

- Flugwegoptimierung
- Optimierung des Flugwegs unter Berücksichtigung auftretender Thermik
- Höhen- und Zeitoptimierung
- Werte für die Anzeige
- Vergleich Anzeige mit tatsächlichem Flugweg



Konformität mit Wettbewerbsordnungen

- Eine alte Nutzungsbedingung seitens FLARM, die eine Nutzung des Signals für Flugtaktische Zwecke ausschließt, ist gestrichen worden
- Die Nutzung von Informationen von nicht am Wettbewerb teilnehmenden Flugzeugen / Piloten / Personen ist nicht erlaubt. Dies gilt dann jedoch prinzipiell auch für
 - Das Schulflugzeug im Flugplatznahbereich in der DMSt
 - Thermikboje während des zentralen Wettbewerbs
 - Etc.



Zusammenfassung

- Flugwegoptimierung mit Hilfe von Höhe, Position und Zeit möglich
- FLARM kommt als Datenquelle in Frage
- Display für Piloten wurde erstellt
- Verfolgung über ein Display technisch möglich
- Eine entsprechende technische Lösung ist regelkonform.



Ausblick

- Schnittstelle zu FLARM-Hardware erstellen
- Darstellung / grafische Aufbereitung der Informationen verbessern
- Verfolgerdisplay in Segelflugzeug integrieren
- Machbarkeitsstudie durch Flugerprobung erweitern



Zwei Hinweise zum Schluss

➤ Gebrauchsmusterschutz

 Bundesrepublik Deutschland 

Urkunde

über die Eintragung des
Gebrauchsmusters Nr. 20 2015 100 823

Bezeichnung:
Navigationsvorrichtung für Segelflugzeuge

IPC:
G01C 21/20

Inhaber/Inhaberin:
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., 51147 Köln, DE

Tag der Anmeldung:
20.02.2015

Tag der Eintragung:
04.05.2015

Die Präsidentin des Deutschen Patent- und Markenamts



Cornelia Rudloff-Schäffer

München, 04.05.2015



Die Voraussetzungen der Schutzfähigkeit werden bei der Eintragung eines Gebrauchsmusters nicht geprüft. Den aktuellen Rechtsstand und Schutzzumfang entnehmen Sie bitte dem DPMAregister unter www.dpma.de.

➤ Kontakt:

Carsten Seehof

Deutsches Zentrum f. Luft- und Raumfahrt e.V.

Institut f. Flugsystemtechnik

Lilienthalplatz 7

38108 Braunschweig

Tel. 0531 / 295 – 2608

Email: carsten.seehof@dlr.de

