



2/99

**Informationen aus dem Bereich
Entwicklung und Erprobung
der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH**



DFS Deutsche Flugsicherung

Inhalt

Christine Most, SES und Michael Slotty, SEP Data Analysis in Offline Environment (DAFNE)	2
Dr. Rainer Kaufhold, SEI und Dr. Matthias Poppe, SEI Joint Air Navigation Experiments (JANE) – A Collaborative R&D Initiative	7
Christian Hansen, SES European Air-Ground Data Link (Euro AG-DL)	13
Impressum	18

Data Analysis in offline Environment (DAFNE)

Christine Most, SES
Michael Slotty, SEP

Was wären die erfolgreichsten Simulationsdurchführungen ohne Analyse, ohne Beweis und Dokumentierung, dass die vordefinierten Ziele erreicht worden sind?

Nachdem immer mehr wertvolle Simulationen am AFS (Advanced Function Simulator), im Bereich SE der DFS, stattgefunden haben und weiterhin stattfinden werden, wurde entschieden, das Analysewerkzeug (DAFNE) zu entwickeln. Ziel war es, dass DAFNE nicht nur AFS-interne Daten verarbeiten kann, sondern auch beliebige ASCII-Dateien.

Daraus ergibt sich, auf der Basis der SAS[®] Software von SAS Institute Inc., ein mächtiges und flexibles System, sowohl durch seine technische Konzeption als auch durch seine anwendungsorientierte Realisierung.

- „Datagen Workstation“: Diese Maschine ist das Herzstück des Simulators. Hier werden die Daten für die gesamte Simulation generiert,
- „Drecplay Workstation“: Hier werden alle Binär-Daten gespeichert, die mit dem Recording Tool während einer Simulation aufgezeichnet werden,
- Windows NT 4.0 Server (Basis für die SAS Installation),
- München Workstation: „SAS Development Workstation“, auf der die gesamte Analyse der Simulationen und die eigentliche SAS Entwicklung durchgeführt werden.

Die technische Implementierung

Die technische Implementierung der Analyseumgebung besteht u.a. aus folgenden Komponenten:

Dank der geschaffenen Verbindung zwischen UNIX und der NT-MS-Office-Welt ist das Einbinden von Analyseergebnissen in die Microsoft Office Linie zur Erstellung von aussagekräftigen Berichten mit minimalem Aufwand möglich.

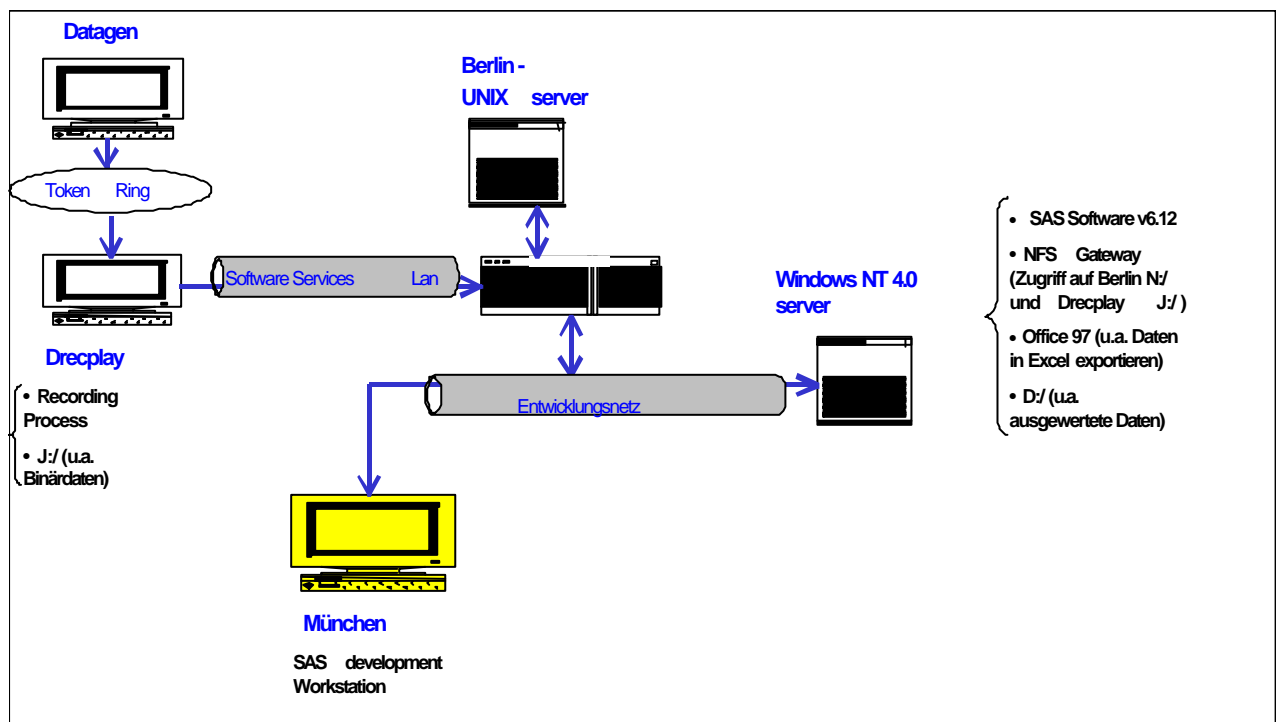


Abbildung 1 : Technische Implementierung

Das Datenmodell

Zur Realisierung von flexiblen, anwendungsorientierten Reports wurde speziell für die AFS-internen Daten ein komplexes Datenmodell mit dem Software Engineering Tool ERWin von PLATINIUM Technology entwickelt. Die größte Herausforderung dabei war, die Komplexität der Daten zu verstehen, die der AFS liefert. Insgesamt sind 132 Tabellen mit 733 Spalten entstanden. Das Modell beinhaltet geographische Daten (u. a. Flughäfen, Navigationspunkte, Routen, Sektorinformationen) und dynamische Informationen (u. a. Überflugzeiten über Navigationspunkte, Abflugzeit, Anflugzeit, genau Position der Flugzeuge über der Zeit, Konflikte).

Aus dem Datenmodell heraus wird automatisch die physikalische Datenbank generiert.

Der große Vorteil beim Einsatz des Tools ERWin liegt in der Flexibilität. Stehen neue Datenstrukturen zur Verfügung, können diese in das Datenmodell eingebunden und anschließend der Analyseapplikation zur Verfügung gestellt werden, ohne dass die bestehende Anwendung davon beeinflusst wird. Desweiteren wird die Dokumentation der Datenhaltung des Simulationssystems AFS wesentlich verbessert.

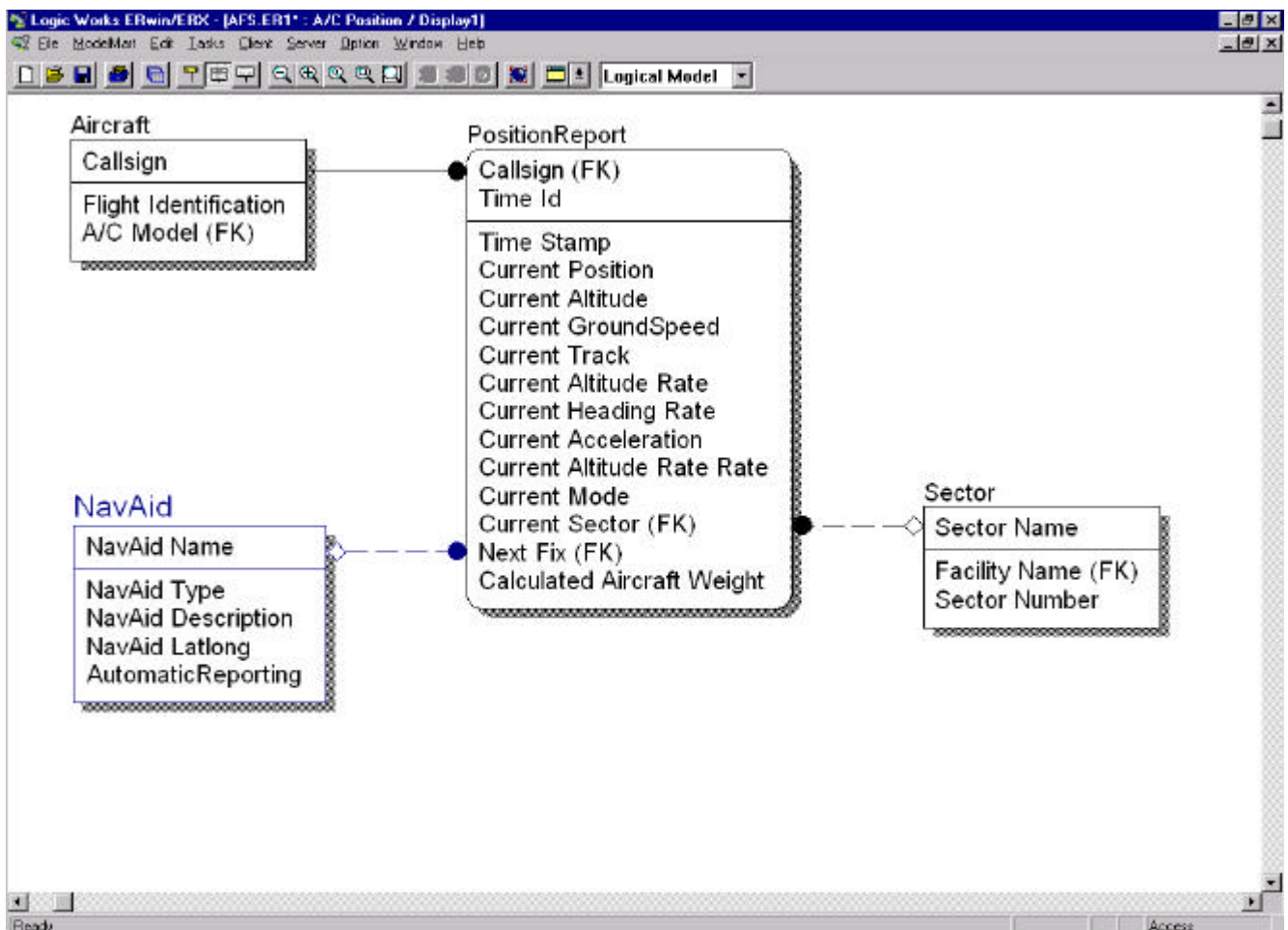


Abbildung 2 : Graphische Modellierung von Entitäten und Beziehungen (Position Report)

Darüber hinaus kann dieses Modell mit Daten, die nicht vom AFS geliefert wurden, ergänzt werden: DAFNE ist in der Lage beliebige ASCII-Dateien zu verarbeiten.

Wichtig ist dann zu wissen :

- Wo befinden sich die Daten, die ausgewertet werden sollen (Dateiname)?
- Welche Daten aus diesen Dateien sollen ausgewertet werden (Name und Format der Daten)?
- Welche Auswertungen sollen durchgeführt werden?

Mit DAFNE wurden zum Beispiel Verbindungsdaten aus dem Sprachvermittlungssystem des AFS (DENRO Voice Communication System) ausgewertet. Diese Verbindungsdaten werden während der laufenden Simulation von einem DENRO Prozess in ASCII-Dateien geschrieben und anschließend offline durch DAFNE ausgewertet.

Der Analyseprozess

Das folgende Flussdiagramm gibt einen Überblick über den Ablauf des Analyseprozesses von den Rohdaten bis zum endgültigen Bericht (Einbindung in die Microsoft Office Linie). Wie bereits erwähnt, können sowohl Binärdaten, die vom AFS geliefert werden, als auch weitere Datenquellen (im ASCII-Format) von den SAS Pro-

grammen verarbeitet werden. Daraufhin werden die Daten in eine Analyse-Datenbank gespeichert. Auf „Kundenwunsch“ können dann neue SAS Reports entwickelt werden, die anschließend zur Erstellung von Berichten exportiert werden können.

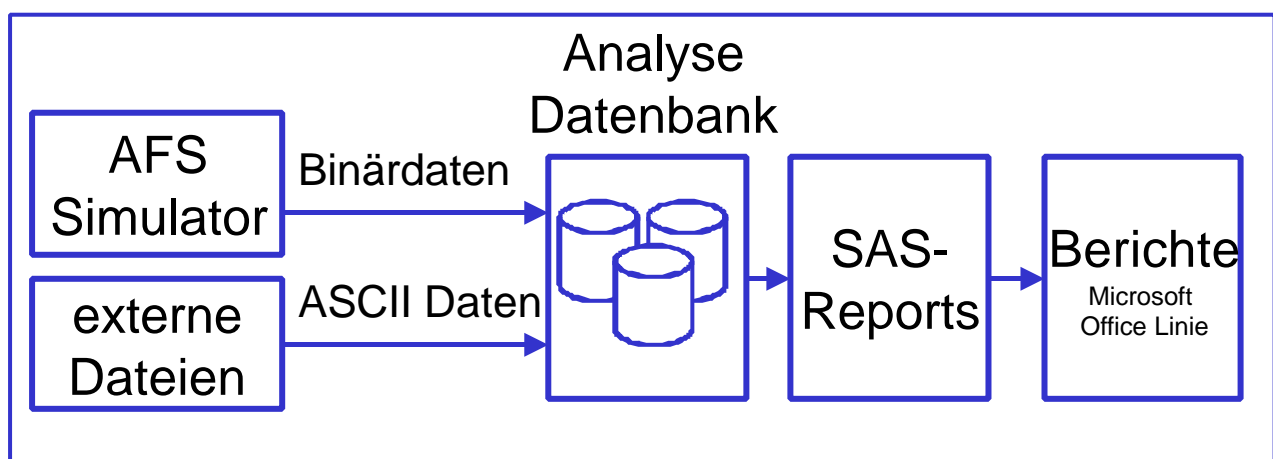


Abbildung 3 : Datenflussdiagramm - Analyseprozess

Die Auswertungen

Nach Fertigstellung des Datenmodells wurden anwendungsorientierte Auswertungen realisiert. Es wurden sowohl „Standard“-Reports als auch komplexe Reports entworfen.

„Standard“-Reports umfassen unter anderem die Sektorlastuntersuchung (Anzahl der Flugzeuge, die sich in einem bestimmten Zeitraum in einem bestimmten Sektor aufhalten), die Navigationspunktlastuntersuchung (Anzahl der Flugzeuge, die einen bestimmten Navigationspunkt in einem bestimmten Zeitraum überfliegen) und die Konfliktuntersuchung (Anzahl der Flugzeuge, die die vorgegebenen Staffelungsgrenzen in einem Sektor und in einem bestimmten Zeitraum unterschreiten). Mit komplexen Reports können zum Beispiel bodenba-

sierende Flugdateninformationen mit tatsächlich geflogenen Flugrouten verglichen werden. In der folgenden Auswertung wurden Gespräche von Fluglotsen (Controller) und Piloten (Pilot) ausgewertet. Es handelt sich dabei nicht um den Inhalt der Kommunikation, sondern um die Anzahl (Number) und die Dauer der Sprachkommunikationen, die in verschiedene Klassen eingeteilt wurden (Classification: 0 = Dauer der Kommunikation kleiner als 1 Sekunde, 1 = Dauer der Kommunikation zwischen 1 Sekunde und 5 Sekunden, 5 = Dauer der Kommunikation länger als 5 Sekunden). Anschließend wurden die prozentualen Anteile (Percentage) der einzelnen Klassen an der Gesamtzahl der Kommunikationen errechnet.

Controller Position / Sector Name	Classification	Number	Percentage in %
Controller_02 / FFM Sector	0	52	45,61
Controller_02 / FFM Sector	1	56	49,12
Controller_02 / FFM Sector	5	6	5,26
Controller_05 / WUR Sector	0	69	41,07
Controller_05 / WUR Sector	1	96	57,14
Controller_05 / WUR Sector	5	3	1,79
Controller_08 / UPP Sector	0	94	56,63
Controller_08 / UPP Sector	1	72	43,37
Pilot_01 / FFM Sector	0	11	14,1
Pilot_01 / FFM Sector	1	64	82,05
Pilot_01 / FFM Sector	5	3	3,85
Pilot_02 / WUR Sector	0	19	16,96
Pilot_02 / WUR Sector	1	82	73,21
Pilot_02 / WUR Sector	5	11	9,82
Pilot_03 / UPP Sector	0	9	11,11
Pilot_03 / UPP Sector	1	66	81,48
Pilot_03 / UPP Sector	5	6	7,41

Abbildung 4: Auswertung der Gespräche zwischen Fluglotsen und Piloten (DENRO System)

Darüber hinaus können alle Auswertungen mit geographischen Informationen, die im AFS definiert sind, hinterlegt werden. Hierzu wird SAS GIS (Geographical Information System) verwendet.

Mit dem neuen Analysesystem kann der Bereich Research & Development der DFS sehr

flexibel auf sich ändernde Datenstrukturen und auf neue Anforderungen von Kunden reagieren.

Eine Benutzeroberfläche, die dem Standardanwender Auswertungen auf Knopfdruck ermöglicht, ist als nächste Ausbaustufe geplant.

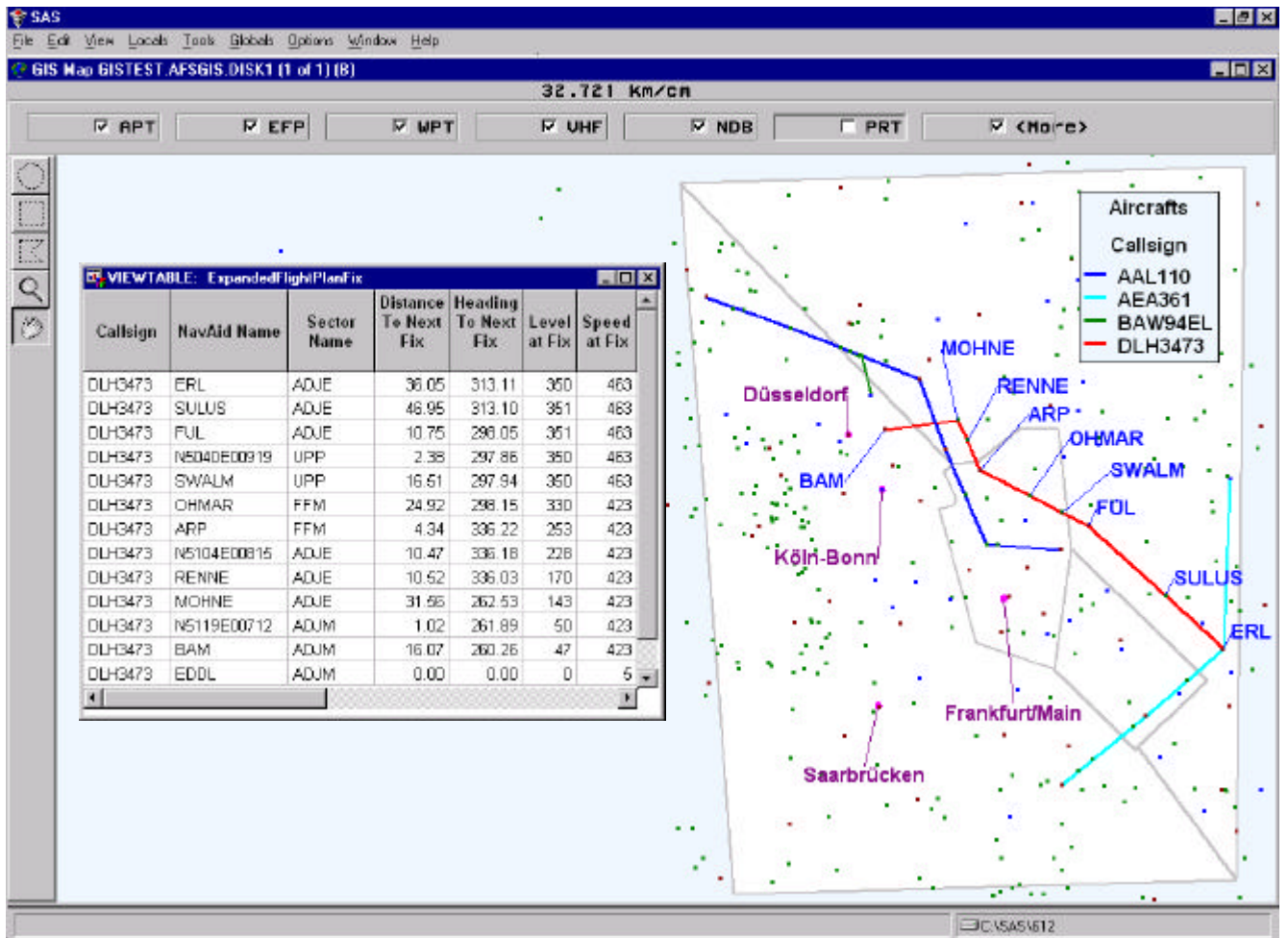


Abbildung 5 : SAS GIS : Details des Flugplans von DLH3473

Joint Air Navigation Experiments (JANE) – A Collaborative R&D Initiative

Dr. Rainer Kauffhold, SEI
Dr. Matthias Poppe, SEI

The programme JANE is a joint initiative of DLH Deutsche Lufthansa and DFS Deutsche Flugsicherung GmbH (German Air Navigation Services). The programme is open to other active partners as well as co-operation with other projects. Various kinds of co-operations already exist.

The main objectives of JANE are to

- a) accelerate the implementation and
- b) enable the early exploitation

of cost-effective, capacity-increasing and safe innovative future technologies, concepts and procedures. Of course, JANE should also identify measures to relieve existing limitations (e. g. with respect to capacity) and restrictions (e. g. with respect to free flight) as much and as soon as possible. And in order to avoid undue investments JANE should provide decision support to select the right systems to be introduced on the ground and the corresponding ones in the air.

To avoid misconceptions it should be noted that JANE is a programme, not just a project. Thus, there is a number of framework activities part of which is organised in projects. A special framework function is to provide a business or cus-

tommer oriented umbrella for many Research & Development (R&D) activities of DFS. Moreover, existing and forthcoming R&D projects in which DFS participates are integrated into the JANE programme as far as possible to reinforce a common focus on the needs of our customers.

The present JANE programme consists of a conceptual and a validation domain which are closely interconnected (cf. figure 1). So far, several dedicated projects have been carried out in both domains. This article provides examples of research activities from every domain. Within the conceptual domain the development of new Air Traffic Management (ATM) concepts as well as the evaluation of EATMS components are addressed. The Local Decision Support System (LDSS) which is an advanced planning and collaborative decision supporting tool has been proposed for Frankfurt airport. The validation domain comprises simulations for which an adequate platform was developed and flight trials which are supplemented by experiments. Examples are the ATM Process Simulations which revealed bottlenecks in the process chain and the JANE X1 flight trials which demonstrated future capabilities of autonomous aircraft operations under operational conditions.

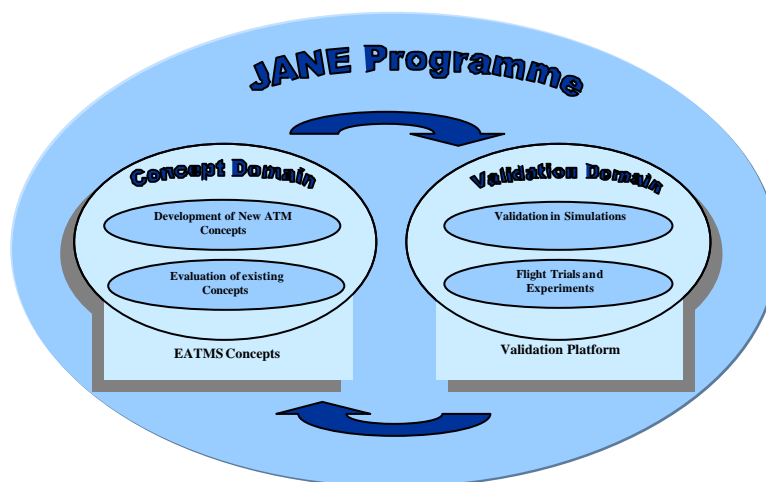


Figure 1: JANE Validation Programme



Figure 2: JANE Partners are Airport, Aircraft Operator and Air Traffic Control

Conceptual Domain

Development of New ATM concepts

A local decision support system (LDSS) is proposed to help airports, airlines and Air Traffic Control (ATC) to make best use of their overall capacity (e.g. number of arrivals and departures) under any circumstances. The idea is very simple. All inbound and outbound flights are supervised and managed by time control related to the local airport runway capacity. This integration of arrival and departure management is done by two main parameters which are the required time of arrival (RTA) and the required take-off time (RTOT). In this context integration does not mean that arrival or departure manager tools would be replaced. Rather the planning components of various tools will be used in a cooperative manner. Compared to typical arrival managers the idea of the LDSS is based on a rather long planning horizon with continuous planning updates. The interfaces to ATC, airport and airline operations allow to get the most accurate data available at that time and enable col-

laborative decisions. A “what-if” capability could show the impact of a decision to all partners immediately and support decision making. The common situation awareness allows the partners involved to aim at their individual optimisation goal while at the same time being aware of the effects of their actions on system performance.

Similar ideas could be applied to control the flow of aircraft for whole Centers or other combinations of contiguous sectors. Such information systems could support the work of what is known as a “multi sector planner” and could be a decentralised highly effective and customer oriented complement for central flow management.

Currently an LDSS information terminal gathering the required data from the different partners involved at Frankfurt airport is being set up as a first step.

Evaluation of EATMS components

One main objective of JANE is the evaluation and prioritisation of existing ATM/CNS concepts and proposed technologies. This represents a DFS contribution to effective, benefit oriented development of EATMS. The evaluation criteria focus not only on potential benefits for air traffic control organisations but also on the requirements of airspace users which are directly represented in JANE by Lufthansa.

Conceptual research in this sense is done within the European research project TORCH co-funded by the European Commission. Participation of Lufthansa and DFS resulted directly from JANE work.

Validation Domain

Several single modules and systems even including real world systems - as outlined in figure 3 - are composed together and form the unique JANE validation platform. Hardware and systems of different national and international projects are connected including aircraft installations. For different experiments and simulations it is possible to configure the platform according to the

user requirements.

Core of the flexible platform is the real time Air Traffic Control simulator and demonstrator (Advanced Function Simulator AFS) with both old-fashioned (for comparisons) and an advanced stripless Human Machine Interface. Connections exist to the DFS Mode S station with data link capability and to the experimental digital VHF network based on the VDL Mode 4 architecture . A complete avionics test bench with SATCOM, Mode S transponder and VDL radios completes the set up.

The Lufthansa A 340 cockpit simulator with full access to the Flight Management software (experimental modifications are possible!) is integrated via high speed networks. Connections to other cockpit simulators are possible. The Statistics and Analysis System STANLY provides extended analysis capabilities and comparisons to real operational data.

Six 747 aircraft of Lufthansa are equipped with digital experimental VHF radios and cockpit displays. They are in principle available for trials with the advantage of using commercial aircraft

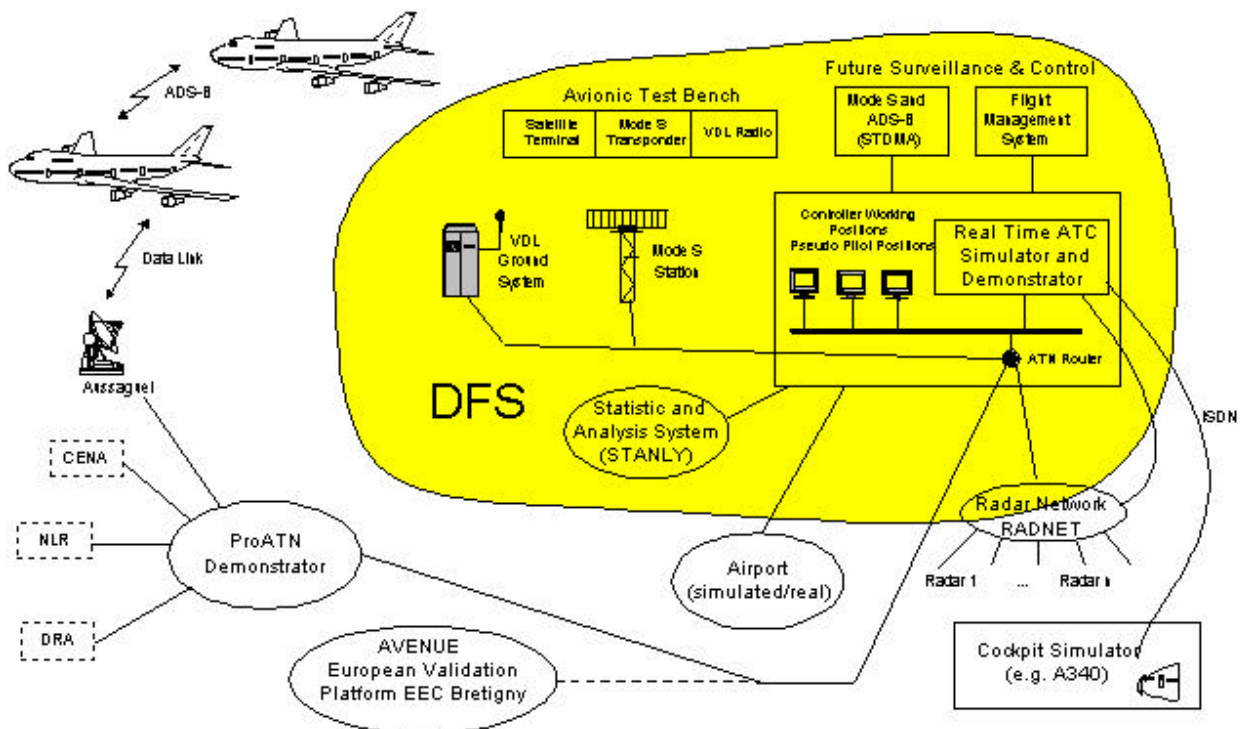


Figure 3: The JANE Validation Platform

instead of pure research aircraft. The obtained results are much more realistic.

Simulations

In addition to the validation platform described above a business process model of the current ATM processes was developed. Main objective is to simulate and analyse the business process of air transport independent of organisational structures. Thus it was possible to generate a global view and achieve a common understanding among the different partners involved in the

simulations with the model provided quantitative information on bottlenecks in the process chain as well under current as under simulated conditions.

The process oriented view necessitated a deviation from the conventional view on the flight process from Gate-to-gate. As the interaction of departing and arriving flights at the airport is an important criterion for identification of potential for improvements the focus was shifted on the airport thus providing an En route-to-En route process as shown in figure 4.

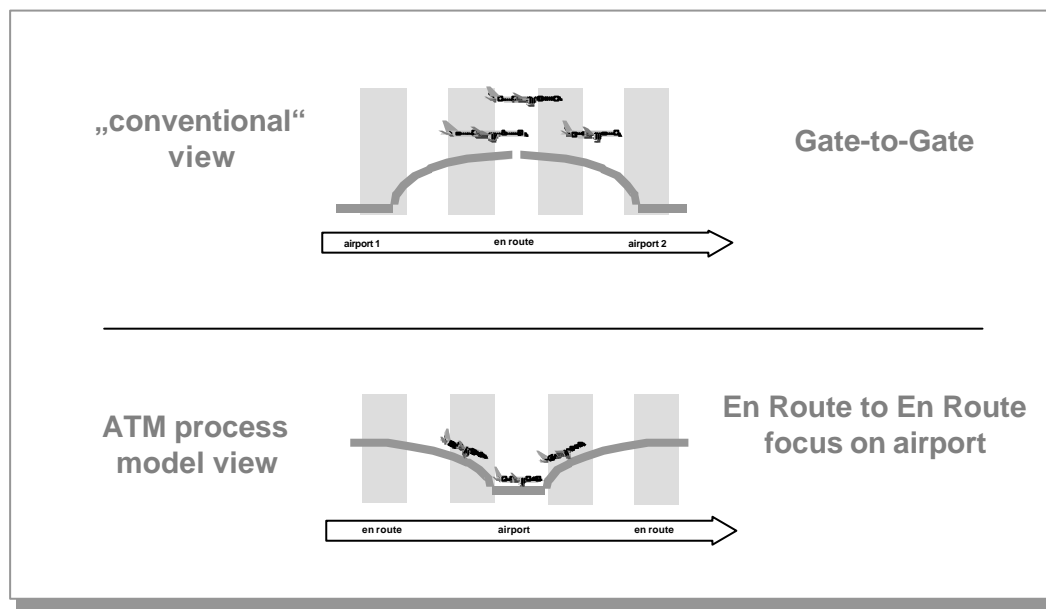


Figure 4: Process view En-Route to En-Route

ATM processes. The scenario describes the Terminal Movement Area of Frankfurt airport with the partners Lufthansa, German Air Navigation Services and Frankfurt Airport Authorities involved.

For the analysis of the dynamic behaviour of the processes the model uses processing times as well as capacity values for the implemented resources. In order to attain a realistic behaviour of the model the processing times are subject to different kinds of probability distributions. Based on the operational data of a busy day in 1998

The simulation of the current situation revealed the critical activities with high amount of time waiting for the availability of a necessary resource being locked by another flight, i.e. 'perform take off' and 'cross runway'.

In order to show the bottlenecks in air traffic flow under bad weather conditions, the times for runway occupancy and arrival sequencing were increased in independent simulations. For Frankfurt Airport runway 25R was determined as the main bottleneck with the amount of waiting time at activities related with 25R reacting to changes of parameters in an extremely non-linear manner.

ATC activities like arrival sequencing are of less critical nature. Therefore, future R&D work should concentrate on reducing or maintaining runway occupancy time also in bad weather conditions.

The effects resulting from an 25% increased number of arrivals and departures were shown in another simulation. Applying this heavy traffic load while leaving resources and processing times unchanged lead to a significant increase in waiting time. The runway system at Frankfurt airport reached its limits. This means that either additional physical resources has to be provided or processing times should be significantly decreased.

The results of this study will help to concentrate further work on bottlenecks of the current systems and on critical processes of future scenarios under predicted traffic loads. It implies further that an improved collaborative management is required. A first step in this direction is the Local Decision Support System mentioned above.

Flight Trials and Experiments

The validation of concepts by means of flight trials was initiated by the JANE X1 project. It was the DFS contribution to the first successful international attempt to conduct flights that allow autonomous aircraft operations with commercial aircraft. In co-operation with six other European organisations and co-funded by the European Commission the DFS demonstrated the prototype of an airborne separation assurance system in flight trials with commercial aircraft. The initial experimental results were demonstrated at IATA's Global NAVCOM 98 Conference in Berlin. The demonstration showed that 'Free Flight', which forms an integral part of the target operational concept of the European Air Traffic Management System (EATMS), has moved beyond papers and simulations.

In addition to providing situational awareness based on frequent position reports, trajectory broadcasts based on Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (VDL-Mode4) allowed the display of flight intentions and onboard detection of potential conflicts.

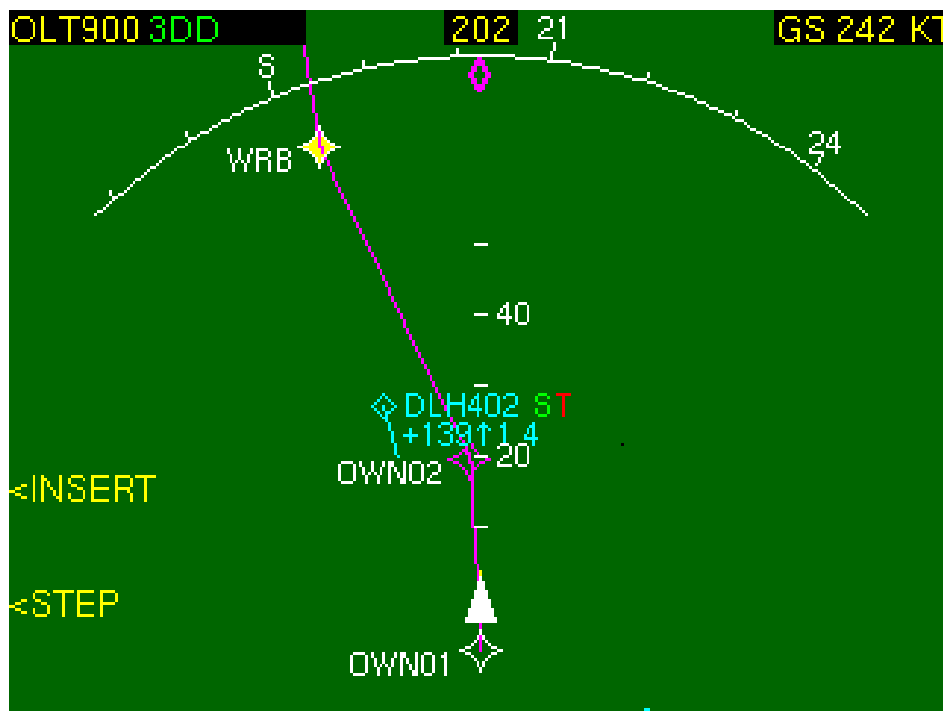


Figure 5: Cockpit Display of the OLT aircraft a few minutes ahead of the conflict

Two commercial aircraft, in the experiment at all times safely separated vertically, flew on opposite tracks, the Airborne Separation Assurance System (ASAS) being configured to ignore the vertical separation. The potential conflict was indicated on the Traffic Situation Display onboard each aircraft ten minutes before loss of lateral separation. Extended Flight Rules identified the crew responsible for resolution of the conflict. The responsible crew constructed a new trajectory to avoid the loss of lateral separation. Having requested and obtained the appropriate clearance from the supervising air traffic controller, the aircraft activated and flew the new trajectory. The new conflict free trajectories were exchanged by the transponder software of the two aircraft. Thus all the manoeuvres and intentions were clearly visible for the flight crews of both aircraft on the experimental Traffic Situation Display. The advantages of the broadcasting technology became obvious by the controllers having the identical information available on the ground monitoring system.

Figure 5 provides an authentic screen shot of the used Cockpit Display of Traffic Information (CDTI). It shows the Ostfriesische Lufttransport aircraft OLT (white triangle) as well as the conflicting Lufthansa aircraft DLH 402 (magenta symbol). The OLT aircraft had already changed its heading towards the manually inserted waypoint OWN02 solving the indicated conflict. The required ATC clearances were received before the waypoints were acknowledged.

Outlook

The work done within the JANE programme resulted in the DFS participation in an increasing number of European projects. The basic idea behind this co-operation is that the extensive experience with ATC's customers such as aircraft operators and airports, must be transferred to the R&D community and to implementation projects to speed up and to become more customer oriented.

This resulted in the application for and finally participation in the European Union DG VII sponsored TORCH project (Technical, Economical and Operational Assessment of an ATM Concept Achievable from Year 2005). Within TORCH those approaches described in the EUROCONTROL Operational Concept Document and ATM-Strategy 2000+ will be selected that have to be realised before the envisaged time horizon of these documents in order to meet the steadily increasing traffic demand. The focus will be on optimisation of planning processes on an European level and on optimisation of local airport processes.

The existence of the JANE validation platform suggested that DFS should also participate in the AVENUE project (An ATM Validation Environment for Use towards EATMS) because this project intends to build such a platform along similar lines on a European level. With respect to e.g. Center – Center interaction the JANE validation platform will be part of the future European platform. Within this project the system architecture will be defined and the platform will be set up in its first release. AVENUE will provide the basis for the fifth framework program of the European Union. Unfortunately, AVENUE had to start before the concept to be validated was well defined. Since the early value of a validation platform lies in its application (and not in the construction) and in view of the customer orientation that DFS introduced into R&D through JANE DFS was keen to support the production of the operational concept to be validated as much as possible.

Further projects of the JANE programme will concentrate on concepts and procedures and tools for an advanced collaborative decision making within German and European airspace. One possible approach which is currently under discussion includes an integration of quality and time dependency of the information necessary for a continuous planning process. User oriented research will continue in both – conceptual and validation – domains, looking on ground and air integration.

European Air-Ground Data Link (Euro AG-DL)

Christian Hansen, SES

Ist Data-Link die Kommunikationstechnologie der Zukunft für die Flugverkehrskontrolle? Wie lässt sich damit Sicherheit steigern, sinken die Kosten? Welche Ausprägung von Data-Link soll gewählt werden? Das sind nicht die einzigen Fragen, die sich die DFS stellen muss, wenn im Zuge der rapiden technischen Entwicklung über die Einführung von Data-Link nachgedacht wird. Ein wirksames Werkzeug für die Analyse der Zukunft ist Simulation. Mit Euro AG-DL hält Data-Link-Technologie Einzug in den Advanced Function Simulator (AFS).

In dem zur Hälfte von der Europäischen Kommission geförderten Vorhaben haben sich die Partner Eurocontrol, NATS (National Air Traffic Services), STNA (Service Technique de la Navigation Aérienne) und DFS formiert, um die Einbindung von Data-Link in ein ATC-Center zu untersuchen. Schwerpunkt ist die technische Seite, die Realisierung eines vorgegebenen Konzeptes: Der Data-Link-Server.

Die Vorgehensweise

Ziel des Projektes ist zu zeigen, dass das Konzept technisch machbar ist. Die Arbeiten haben also vorwiegend technischen Charakter, die Infrastruktur wird zur Verfügung gestellt, operationelle Auswertung ist ein nächster Schritt und wird mit dem Vorhaben nur am Rande berührt.

Im internationalen Umfeld ist eine Fülle von Unterschieden zu beachten, wie etwa verschiedene Flugsicherungssysteme oder besondere Luftraumstrukturen und Verfahren. Aus diesem Grund entwickelt jeder Partner seinen eigenen Data-Link-Server, der im jeweiligen nationalen Testsystem evaluiert wird. Eurocontrol erweitert die mit dem Projekt PETAL II geschaffene Funktionalität, NATS realisiert einen Data-Link-Server für den NERC-Simulator, STNA für das CAUTRA-Testsystem und bei der DFS schließlich ist der AFS die Evaluierungsumgebung.

Bei allen Unterschieden ist aber auch ein gemeinsamer Nenner zu finden, ein internationaler Standard, der vernetzte Data-Link-Verfahren

erlaubt. Daher wurde zu Beginn des Projektes gemeinsam ein Grundlagendokument geschaffen, das den Data-Link-Server auf funktionaler Ebene beschreibt. Die Dokumentationen der folgenden, weitgehend selbständigen Implementierungen der einzelnen Data-Link-Server soll schließlich diese funktionale Beschreibung ergänzen.

Grundlagen

Wie „SE im Fokus“ in der letzten Ausgabe (1/99) berichtete, arbeitet SET an der Evaluierung und Weiterentwicklung des ATN (Aeronautical Telecommunication Network). Das ATN stellt sogenannte Endsysteme zur Verfügung, die über Applikationen angesprochen werden können. Diese im ICAO Doc. 9705 (ATN SARPs) dokumentierten Applikationen übernehmen die Organisation der Datenverbindung, die adressierte Versendung sowie den Empfang von festgelegten Meldungen.

Die Applikationen wiederum kommunizieren mit Diensten (Data-Link-Services), die im Data-Link-Server implementiert sind. Den unterschiedlichen Anforderungen der einzelnen Mitgliedsstaaten Rechnung tragend ist für den „Service Level“ ein europäischer Standard geschaffen worden. Er ist dokumentiert in den „Operational Requirements for Air Traffic Management (ATM) Air/Ground Data Communications Services“, verfasst von Eurocontrol (ODIAC – Operational Development of Integrated Air/ground data Communications and surveillance).

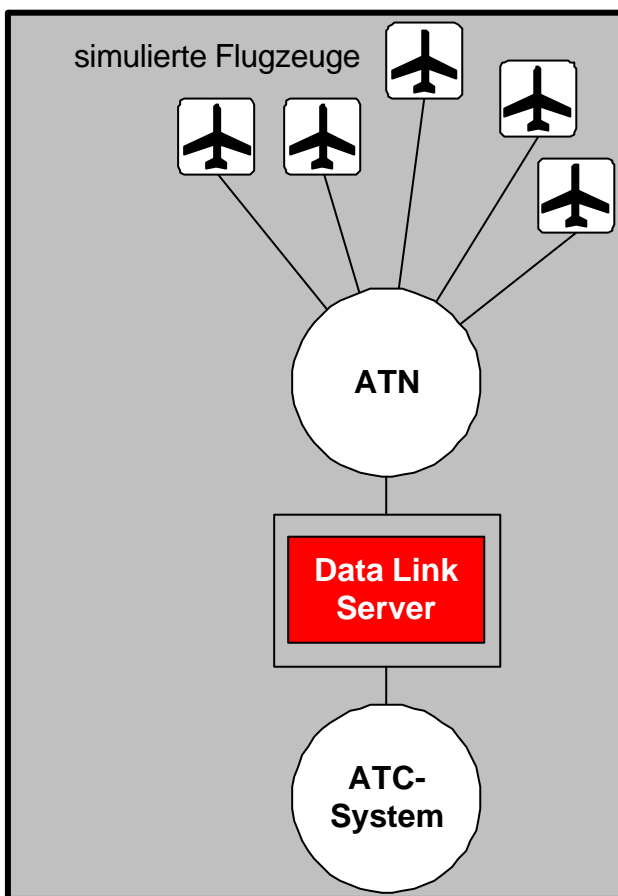
Wie diese ODIAC-Dienste mit dem Flugplandatenverarbeitungssystem, dem Radardatenverarbeitungssystem und den Lotsenarbeitsplätzen zusammenarbeiten, ist im Rahmen des Projektes festzulegen.

Da wir uns in einer Simulationsumgebung befinden, ist das bei weitem nicht alles. Es werden Kommunikationspartner in der Luft erforderlich. Der AFS simuliert in Echtzeit eine realistische Luftraumbelastung für mehrere ATC-Center gleichzeitig. Simulationspiloten, die die Luftfahr-

zeuge steuern, müssen auf Data-Link-Meldungen reagieren können oder selbst welche initiieren. Einige Funktionalitäten sollten automatisch abgewickelt werden.

Somit ergeben sich für Euro AG-DL vier Hauptaufgaben.

1. Entwicklung eines Data-Link-Servers
2. Modifikation der ATC-Komponenten
3. Modifikation der Simulationspiloten-Anwendung
4. Einrichtung eines ATNs im Simulator



Das Data-Link-Server-Prinzip

Die Data-Link-Dienste

Für die Spezifikation des Data-Link-Servers wird unterschieden zwischen den „Common Services“ – unverzichtbare Funktionalitäten, ohne die Data-Link nicht durchführbar ist – und „Optional Services“.

Common Services:

- DLIC: Data Link Initiation Capability, Anmeldung des Luftfahrzeugs als Data-Link-Kommunikationspartner, Übergabe der Verbindung an das nächste Center.
- CIC: Clearances and Information Communications Service, Übertragung des Sprechfunks auf elektronische Meldungen. (Euro AG-DL realisiert eine Untermenge aller möglichen Meldungen).
- ACM: ATC-Communications Management Service, Übergabe der CIC-Kommunikation zwischen Lotsenarbeitsplätzen im operativen Zusammenhang

Optional Services:

- CAP: Controller Access Parameters Service, automatische Versendung von Performance-Daten, wie Geschwindigkeitsvektor und Windvektor aus dem Luftfahrzeug. (Implementiert von DFS und STNA).
- FLIPCY: Flight Plan Consistency Service, Bereitstellung des im Luftfahrzeug genutzten Flugplans zum Abgleich mit den am Boden verfügbaren Daten (Implementiert von DFS).
- DSC: Downstream Clearance Service, Kommunikation mit Sektoren im nachfolgenden Flugverlauf. Ein Anwendungsgebiet ist das Einholen von ozeanischen Freigaben. (Implementiert von NATS).

Daraus lässt sich schließen, welche Applikationen des ATNs genutzt werden:

- CM: Context Management Application, Organisation der Netzwerkverbindung
- CPDLC: Controller Pilot Data Link Communication Application, Abbildung des Sprechfunks auf elektronische Meldungen.
- ADS: Automatic Dependant Surveillance Applications, automatisches Versenden von im Luftfahrzeug verfügbaren Daten.

Die folgende Tabelle zeigt, welcher ATN-Applikationen sich die ODIAC Services bedienen:

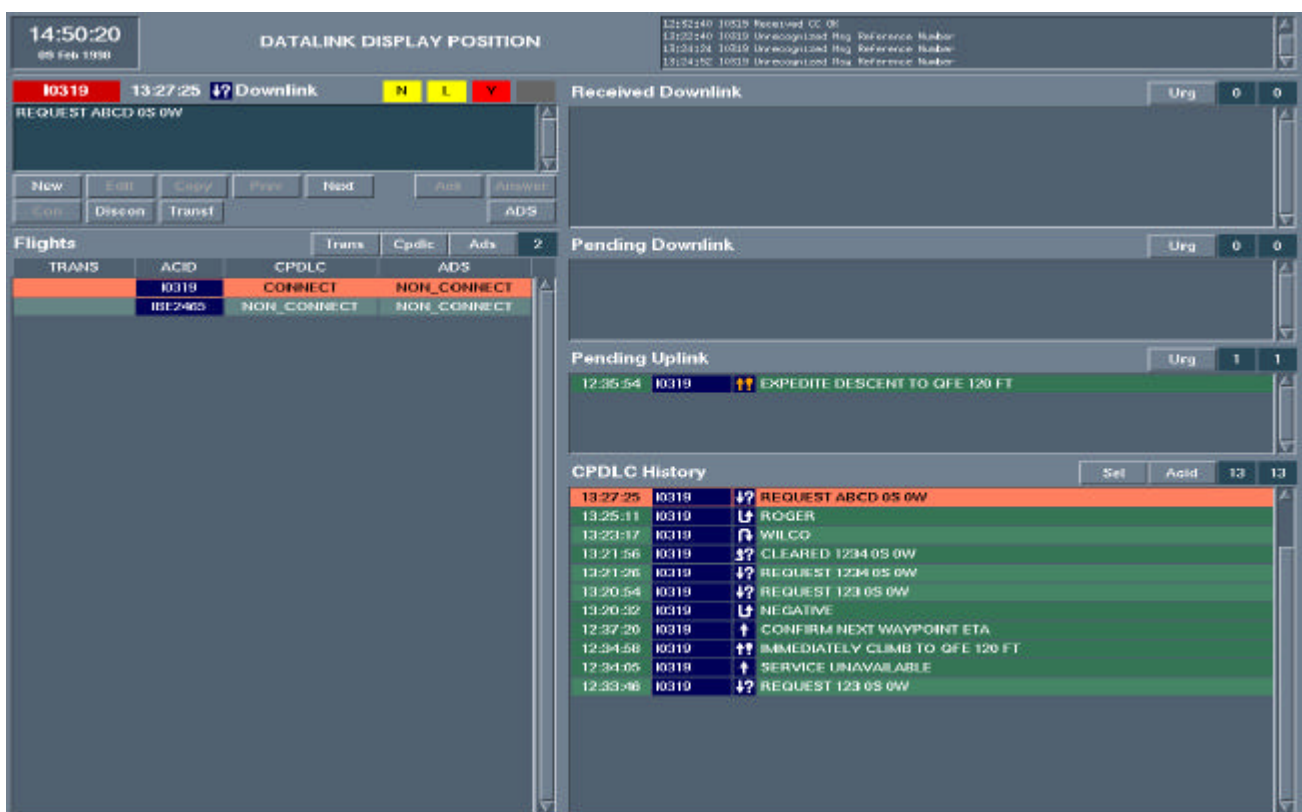
ATN	CM	CPDLC			ADS	
ODIAC	DLIC	ACM	CIC	DSC	CAP	FLIPCY

Das ATN

SE beschreitet bei der Integration des ATN im Simulator zwei Wege. Zum einen wird eine Verbindung über existierende ATN-Endsysteme aufgebaut. Allerdings kann ein Endsystem nur für die Kommunikation mit einem einzigen simulierten Luftfahrzeug dienen, da es eine feste vorgegebene Adresse im ATN besitzt. Dieser Zweig wird „reale ATN Verbindung“ genannt.

Für Simulation mit realer Verkehrsdichte jedoch wird Data-Link für mehr als 400 Luftfahrzeuge

Die Einbindung der realen Endsysteme hat zwei Gründe. Der Data-Link-Server muss tatsächlich ATN-konform arbeiten, eine strenge Anforderung wird hiermit also erfüllt. Weiterhin wird der Zugang zum globalen ATN-Netzwerk ermöglicht. Eine Anwendung davon wird die Versorgung der experimentellen ATN-Systeme von SE mit operationellen Daten sein. Auch Live-Experimente mit Versuchsflugzeugen sind denkbar.



The screenshot shows the 'DATALINK DISPLAY POSITION' interface. At the top left, it displays the time '14:50:20' and the date '09 Feb 1998'. The main area is divided into several sections:

- Received Downlink:** Shows a message from flight I0319 at 13:27:25: 'REQUEST ABCD 05 0W'. Below this are buttons for 'New', 'Edit', 'Copy', 'Paste', 'Next', 'Prev', 'Ack', 'Answer', 'Con', 'Discon', 'Transf', and 'ADS'.
- Pending Downlink:** Currently empty.
- Pending Uplink:** Shows a message from flight I0319 at 12:35:54: 'EXPEDITE DESCENT TO QFE 120 FT'.
- Flights Table:**

TRANS	ACID	CPDLC	ADS
	I0319	CONNECT	NON_CONNECT
	IB2465	NON_CONNECT	NON_CONNECT
- CPDLC History:** A list of messages with timestamps and flight IDs:
 - 13:27:25 I0319 REQUEST ABCD 05 0W
 - 13:25:11 I0319 ROGER
 - 13:23:17 I0319 WILCO
 - 13:21:56 I0319 CLEARED 1234 05 0W
 - 13:21:26 I0319 REQUEST 1234 05 0W
 - 13:20:54 I0319 REQUEST 123 05 0W
 - 13:20:32 I0319 NEGATIVE
 - 12:37:20 I0319 CONFIRM NEXT WAYPOINT ETA
 - 12:34:58 I0319 IMMEDIATELY CLIMB TO QFE 120 FT
 - 12:34:06 I0319 SERVICE UNAVAILABLE
 - 12:33:46 I0319 REQUEST 123 05 0W

Das Data-Link-Display

benötigt. Da aus Kostengründen nicht für jedes Luftfahrzeug ein separates Endsystem gestellt werden kann, wird ein zweiter Kommunikationsweg eingerichtet, die sogenannte ATN-Emulation. Hier wird die Übertragung von Meldungen entsprechend einer konfigurierbaren Charakteristik des ATN beeinflusst. Die wichtigsten einstellbaren Parameter sind die Verfügbarkeit von Sub-Netzwerken, die Übertragungszeit abhängig vom genutzten Sub-Netzwerk und eine Fehlerrate.

Die ATC-Komponenten

Die manuelle Interaktion der Lotsen mit den ODIAC Services erfolgt mittels einer speziellen CWP-Anwendung. Den größten Stellenwert nimmt die Bedienung der CPDLC-basierten Dienste ein. Eingehende Meldungen werden angezeigt, Informationen und Freigaben können erstellt und versandt werden.

Im Zeit und Kostenrahmen von Euro AG-DL ist es nicht möglich, eine in die Radardarstellung integrierte Anwendung zu schaffen. Vielmehr handelt es sich um ein separates Data-Link-Display, das neben den bereits vorhandenen Funktionen am Lotsenarbeitsplatz bedient werden muss. Diese nicht integrierte Variante ist zwar für die Erfüllung der Ziele von Euro AG-DL – die *technische*

Untersuchung des Data-Link-Servers – ausreichend, jedoch müssen in Zukunft die Data-Link-Funktionen in das Radarbild eingegliedert werden. Ein Beispiel hierfür ist die Interaktion mit dem Label. Ein Klick auf den Cleared Flight Level könnte eine Flight-Level-Liste öffnen. Nach Auswahl würde der Wert dann mit einer CIC-Meldung an das Luftfahrzeug gesandt.

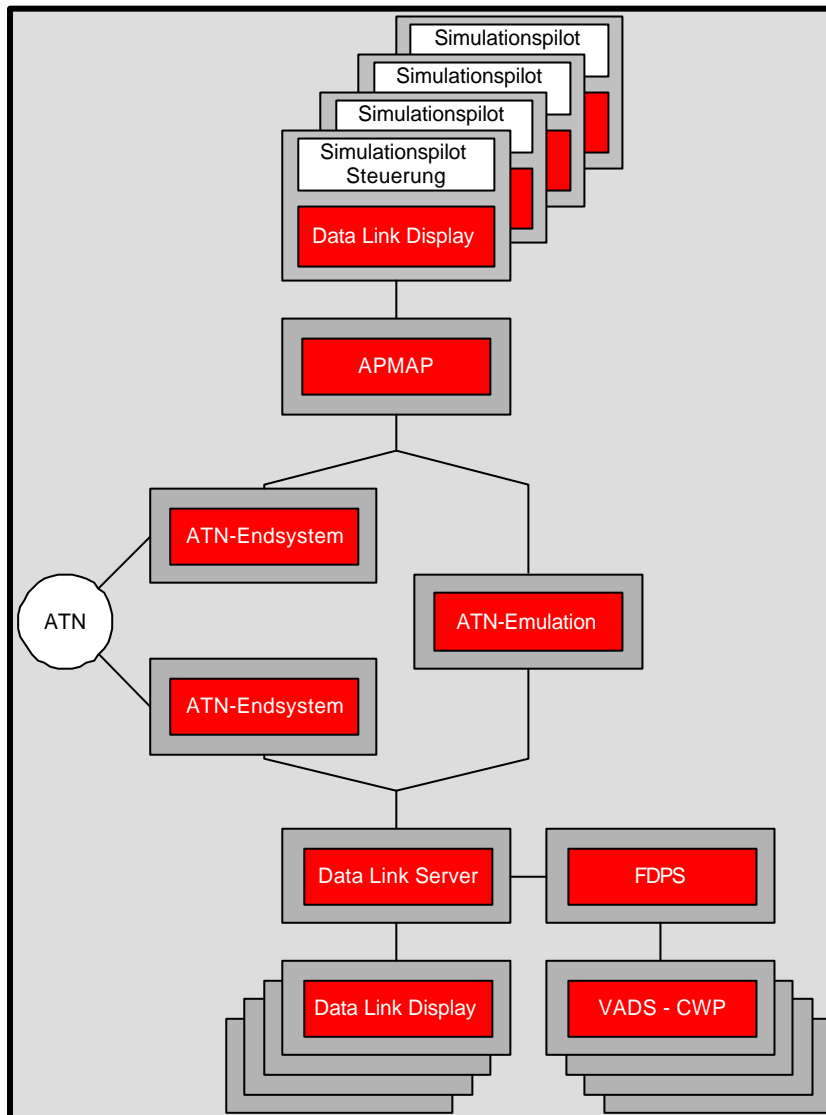
Eine weitere Schnittstelle des Data-Link-Servers zum ATC-Center ist das FDPS. Auch hier ist im Rahmen der begrenzten Möglichkeiten von Euro AG-DL eine nicht vollständig integrierte Lösung avisiert. Im FDPS wird lediglich die Funktionalität integriert, die für die Abwicklung der Services unverzichtbar ist. Hauptaufgaben sind die Steuerung automatischer Dienste entsprechend dem Flugverlauf, die Bereitstellung von Flugplandaten und der Vergleich

von Flugplänen, bezogen aus dem Flugzeug mit dem aktuellen Bodenflugplan.

Die simulierten Luftfahrzeuge

Ähnlich der Zuordnung von Lotsenarbeitsplätzen zu Sektoren gestaltet sich in der Simulation die Organisation der Luftfahrzeugsteuerung.

Ein Simulationspilot ist zuständig für je einen Sektor und lenkt alle Flugzeuge, die sich in seinem Sektor befinden. Bei Erreichen der Sektorgrenze wird die Kontrolle an den nächsten Piloten übergeben. Ein Pilot kommuniziert also immer mit dem selben Lotsen. Aus diesem Grund werden die Data-Link-Dienste in einem dem Data-Link-Server ähnlichen Prozess abgewickelt, der sogenannten ATN-Pseudopilot Mapping Funktion (APMAP). Dieser Prozess koordiniert den Meldungs-austausch mit den Piloten und hat eine Schnitt-



Die Euro AG-DL Architektur

stelle zum AFS zur Bereitstellung der automatischen Dienste.

Das Data-Link-Display wird in einer modifizierten Form auch an den Pilotenstationen zur Verfügung gestellt.

Die Simulation

Es ist klar, dass die mit Euro AG-DL installierte Infrastruktur nicht für eine Auswertung hinsichtlich operationeller Nutzbarkeit der implementierten Mensch-Maschine-Schnittstelle genutzt werden kann. Dennoch verspricht eine Simulation erste Erkenntnisse. Von besonderem Interesse ist die Nutzbarkeit der ODIAC Services, die Durchführbarkeit von Flugsicherung bei Verzögerung der Kommunikation und nicht zuletzt der persönliche Eindruck der Lotsen, wenn Sprache durch elektronische Meldungen ersetzt wird.

Basis für das Szenario ist eine Simulation, die bereits im Rahmen eines anderen Projektes durchgeführt wurde. Der Unterschied wird sein, dass ein zweite Möglichkeit zur Kommunikation zur Verfügung steht, von der Lotsen und Piloten freien Gebrauch machen können. Auf diese Weise lassen sich Vergleiche zwischen Sprechfunk und Data-Link anstellen. Geplant ist der Einsatz von drei Sektoren (Luftraum Karlsruhe). Allerdings wird eine geringe Verkehrsdichte angesetzt.

Die an die Europäische Kommission zu liefernde Auswertung wird sich überwiegend auf technische Parameter beziehen. Aber auch erste operationelle Aspekte sollen betrachtet werden. Schließlich steht der DFS hier die erste ATN-basierte Data-Link-Anwendung, die eine Vielzahl von Flugzeugen bedienen kann, zur Verfügung. Auf der Grundlage der hier gewonnenen Erfahrungen können weitere Entwicklungen aufgesetzt werden.

Die Zukunft

Anforderungen für die Integration von Data-Link füllen ganze Aktenschränke. Es ist jedoch ein großer Schritt in eine neue Welt, der behutsam angegangen werden muss. Wenn auch die Technik mittlerweile relativ gut abgeschätzt werden kann, so bestehen über die Auswirkung auf den operativen Dienst, mit Ausnahme der Ergebnisse kleinerer experimenteller Projekte, nur Vermutungen.

Mit Euro AG-DL erhält die DFS ein System, mit dem Data-Link getestet werden kann. Die Daten sind vorhanden, um Center-Architekturen, neue Services, Verfahren, Displays und Funktionen

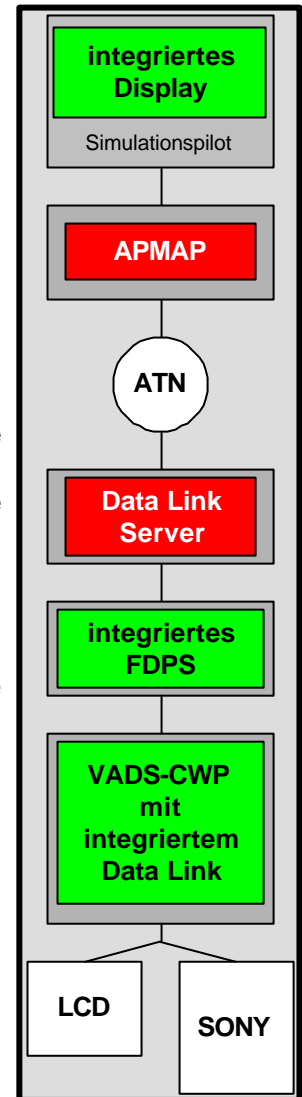
unter den neuen Voraussetzungen aufeinander abzustimmen.

Das Euro AG-DL Data-Link-System ist als Forschungsanlage anzusehen. Modifikationen, Erweiterungen, Umstellung der Schnittstellen, all das ist machbar um zukünftige Projekte zu unterstützen.

An vorderster Stelle steht die bereits erwähnte Integration in das Radar-display. Weiterhin darf im Rahmen der Anpassung an die zukünftige Center-Struktur – VAFORIT sieht die Verteilung aller Data-Link-Informationen an die CWP über das FDPS vor – die einzige Schnittstelle des Data-Link-Servers zum ATC-System das FDPS sein.

Funktionen wie MTCD, STCA oder Conformance Monitoring können mit Daten aus dem Flugzeug versorgt werden, wovon man sich eine verbesserte Qualität verspricht. Anweisungen werden „mitgehört“, die Flugplandaten werden entsprechend aktualisiert.

Die DFS sieht die schrittweise Einführung von Data-Link mit Beginn des neuen Jahrtausends vor. Ab 2010 soll Data-Link operationell sein. Im Juni 2000 steht bei SE das erste Data-Link-System für den (simulierten) deutschen Luftraum zur Verfügung.



Integriertes System

Impressum:

Herausgeber: Bereich Entwicklung und Erprobung, SE
DFS Deutsche Flugsicherung GmbH

Redaktion: Dr. Thomas Bierwagen,
Dr. Jens Konopka,
Oliver Reitenbach