

# DFS – ConceptDesk

## Experimenteller Workspace für Fluglotsen

Thomas Hofmann<sup>1</sup>

Jörg Bergner<sup>2</sup>

Labor Industrial Design, Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik, Hochschule  
Osnabrück, Osnabrück<sup>1</sup>

Forschung und Entwicklung, DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, Langen<sup>2</sup>

### **Zusammenfassung**

Um die Arbeitsbelastung von Fluglotsen zu reduzieren wurde das DFS-ConceptDesk entwickelt. Dieses integrierte Hard- und Softwaresystem inkludiert zahlreiche technische Anzeige- und Interaktionssysteme in einem UX-Konzept. Es besteht aus zwei Großflächendisplays, von denen das horizontale Display als Multitouch ausgerüstet ist. Das gesamte System wird über TouchInput und Tangibles bedient, die Kommunikation mit den Piloten kann darüber hinaus aus Sicherheitsgründen über Mikrophon erfolgen. Das experimentelle System integriert bisher separate HMI in einer homogenen Visualisierung und Interaktionsmethodik.

## 1 Einleitung

Die Arbeitsbelastung von Fluglotsen zur Koordinierung des Luftverkehrs ist schon heute enorm, mit zunehmendem Flugverkehr wird der mentale Workload in Zukunft jedoch noch weiter steigen. Derzeit muss ein Fluglotse eine Vielzahl unterschiedlicher Anzeige-, und Interaktionssysteme bedienen. Diese Konstellation erfordert ein sehr hohes Maß an kognitivem Aufwand, der die Konzentration auf die primäre Tätigkeit der Flugsicherung erschwert. Aus diesem Grund wurde das Entwicklungsprojekt ‚DFS-ConceptDesk‘ initiiert.

Veröffentlicht durch die Gesellschaft für Informatik e.V. und die German UPA e.V. 2016 in  
S. Hess & H. Fischer (Hrsg.): Mensch und Computer 2016 – Usability Professionals, 4. - 7.  
September 2016, Aachen.  
Copyright (C) 2016 bei den Autoren.  
<http://dx.doi.org/10.18420/muc2016-up-0046>



Abbildung 1: Finales Design des DFS ConceptDesk

## 2 Entwicklung

Der Schwerpunkt des Projektes lag darin, im Rahmen einer interdisziplinären Entwicklungsarbeit erstmals ein völlig neues HMI System (Hard- und Software) für die Kommunikation zwischen Lotsen und Luftfahrzeug zu konzipieren.



Abbildung 2: Erstes physikalisches MockUp, inkl. physikalischer Avatare

Ziel war es, den Stakeholdern neue Interaktionsformen (Tangibles, Touch, Gesten) in Form eines experimentellen Systems anzubieten und in Form einer langfristig angelegten Studie validieren zu können.

Das Projekt wurde massiv iterativ vernetzt mit Experten der DFS und dem Labor INDUSTRIAL DESIGN der Hochschule Osnabrück bearbeitet. In unterschiedlichen

Workshops wurde das DFS ConceptDesk entwickelt – unterstützt durch immer detailliertere MockUps und Prototypen.



Abbildung 3: Zweites Mockup mit Projektion und Wizard of Oz Interaktion

Diese Form der Designentwicklung und UX-Testings ermöglichte:

- realistische Evaluationen der Hard- und Software
- intensive Diskussionen mit den Nutzern und Implementierung neuer Ansätze
- eine schnell adaptierbare HMI Konfiguration
- valide Aussagen über mögliche oder nicht sinnvolle Interaktionskonzepte



Abbildung 4: Prototypischer funktionsfähiger Aufbau

## 2.1 Konzept

Im Rahmen von interdisziplinären Workshops wurden unterschiedliche Anwendungsszenarien diskutiert, um eine plausible Grundlage für die Entwicklung von Hard- und Software zu entwickeln.

Folgende Aspekte sollten für den Arbeitsplatz in Betracht gezogen werden:

- Großfläche Darstellungen
- flexible Aufgabenteilung von bis zu 2 Lotsen
- Anpassung der GUI an unterschiedliche Arbeitspositionen

Der Arbeitsplatz sollte als Steharbeitsplatz aufgebaut werden, um die größtmögliche Flexibilität für aktuelle und zukünftige Experimente zu erreichen. Das ConceptDesk wurde in zwei Arbeitsbereiche (vertikaler Bildschirm mit 83", horizontaler Interaktionsbereich mit 85" Touchbildschirm) aufgebaut. Der horizontale Arbeitsbereich sollte leicht zum Benutzer gekippt sein, um die Lesbarkeit zu erhöhen und die Interaktion erleichtern.

## 3 Ergebnisse

Das ConceptDesk wurde bewusst sehr einfach gestaltet. Der Schwerpunkt lag darauf, den Arbeitsbereich so groß wie möglich zu halten. Aufgrund der Verwendung einer Rückprojektion für die horizontale Arbeitsfläche des Tisches konnten die Inhalte sehr differenziert ausgestaltet werden (ein Unterschied zu bisherigen Aufprojektionslösungen in diesem Umfeld). In der Vertikalen wurden zwei Flachbildschirmen verwendet. Diese Bildschirme wurden mit einer Glasscheibe abgedeckt, die den Eindruck eines einzigen großen Bildschirms vermitteln.

Das GUI des ConceptDesk wurde primär prototypisch entworfen. Ziel war es, Benutzern einen grundlegenden Eindruck einer zukünftigen Interaktion mit einer solchen Hardware zu vermitteln. Entsprechend wurden zunächst grundlegende Interaktionsprinzipien skizziert (Touch, Multi-Touch) und umgesetzt - das Design sollte explizit nicht den Eindruck eines Endprodukts vermitteln. Ein Ziel des Projektes war es, den Anwender in die Gestaltung zukünftiger HMI-Systeme einzubinden.

### 3.1 Technologie

Das Ziel des Projekts war es, Anwendern einen realistischen Eindruck der zukünftigen Form der Interaktion mit anderen Lotsen und Luftfahrzeugen zu geben. Somit ist eine voll funktionsfähige Multi-Touch Umgebung entwickelt worden. Es wurden drei verschiedene Interaktionsarten im ConceptDesk umgesetzt, welche auf Infrarot-Erkennung und Bluetooth-Kommunikation basieren.

### 3.1.1 Interaktion mit den Fingern

Zum einen ist es möglich, direkt mit den Fingern zu interagieren, welche die natürlichste Art der Interaktion ist (so die landläufige Meinung, dazu erfolgt später eine Erläuterung). Der Benutzer kann mit einem Finger das HMI manipulieren. Ebenfalls kann er über Multi-Touch-Gesten mit dem HMI interagieren. So ist es etwa möglich, Submenüs über diese Gesten zu öffnen, was eine Reduktion einfach-belegter Softkeys oder verschachtelter Menüs bewirkt.



Abbildung 5: Direkte Interaktion per Touch-Bedienung

### 3.1.2 Interaktion über einen interaktiven Stift

Die zweite Interaktionsform mit dem HMI zu kommunizieren erfolgt über einen interaktiven Stift. Das System ist in der Lage, die Position (des im Rahmen des Projektes entwickelten Stiftes, inkl. Taster) auf der Oberfläche des ConceptDesk zu erkennen. Mit Hilfe dieser Funktion kann der Anwender sicher in diesem Hochrisiko-Umfeld interagieren. Der Nutzer kann komplexe sicherheitskritische Eingaben machen, ohne dass dies durch eine Fehleingabe stattfindet (eine häufige Fehlfunktion großflächiger Touchmonitore).

Zwar ist die Eingabe per Finger scheinbar intuitiver, es stellte sich jedoch in unterschiedlichen UX-Tests heraus, dass die meisten Nutzer präzisere Interaktionen mit einem Stift bevorzugen. Der Stift enthält eine zweistufige Authentifizierung. Interaktionen mit hohem Risiko werden nur dann ausgeführt, wenn der Stift mit der Oberfläche in Wechselwirkung tritt und zusätzlich eine Authentifizierungstaste gedrückt wird.



Abbildung 6: Interaktion per interaktivem Stift

### 3.1.3 Interaktion über physische Komponenten

Die dritte Interaktionsform mit den physikalischen Komponenten basiert auf der Wechselwirkung zwischen physikalischen Artefakten und der Infrarotdetektion dieser. Der ConceptDesk ist der Lage, Objekte zu detektieren, die auf seiner Oberfläche angeordnet sind.

Es gibt zwei verschiedene Arten von Anwendungsmöglichkeiten für diese Funktion: Einerseits kann das ConceptDesk Objekte erkennen, die auf seiner Oberfläche angeordnet sind. So können Überlappungen digitaler und physikalischer Inhalte auf der horizontalen Arbeitsfläche vermieden werden. So kann ein häufig bevorzugtes Keyboard auf dem Bildschirm positioniert werden und die bis dahin dort repräsentierten Inhalte weichen diesem realen Objekt aus.

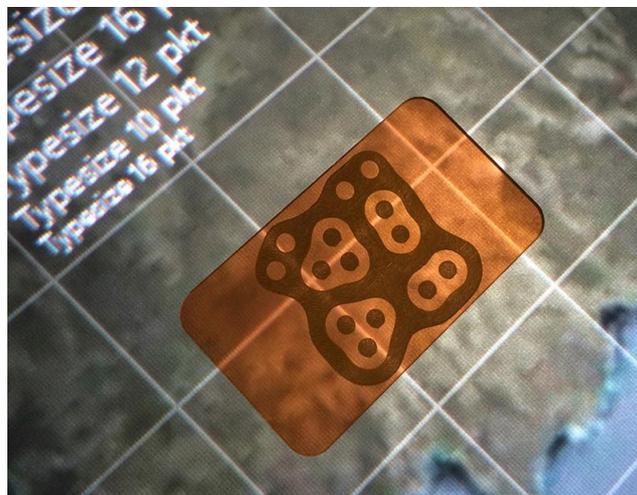


Abbildung 7: Physikalisches Artefakt mit Markern, genutzt als Avatar

Auf der anderen Seite kann das System auf so genannte "Avatare" reagieren. Ein Avatar ist ein aktiv markiertes Objekt, welches von dem System erkannt wird. Diesem kann man

beliebige virtuelle Inhalte zuordnen (anheften) und entsprechend auf der Arbeitsfläche positionieren oder (durch Entfernen des Avatars) löschen. Dieses Konzept ermöglicht eine neue Art der Interaktion zwischen den Nutzern und dem Arbeitsplatz, zum Beispiel für das Positionieren von ‚no flight areas‘ im Luftraum.

Aufgrund dieser Technologie ist eine unmittelbare Interaktion mit den digitalen Inhalten über physikalische Artefakte möglich, was die Unmittelbarkeit der Interaktion erhöht.

## 4 Ausblick

Das ‚DFS-ConceptDesk‘ wird seit der Inbetriebnahme in verschiedenen Szenarien in der Forschung eingesetzt und provoziert aufgrund seiner Realitätsnähe im Rahmen von Workshops immer neuen Input durch die Nutzer, wie die Interaktion der Fluglotsen in Zukunft stattfinden könnte.

Aufgrund des seriennahen Aufbaus, inklusive einer funktionsfähigen HMI Simulation wurde der ‚DFS-ConceptDesk‘ sehr gut von den Testpersonen angenommen und ermöglichte von Beginn an, sehr effiziente Diskussionen über zukünftige Interaktionssysteme.

In der nächsten Ausbaustufe wird eine verbesserte Hardware (4k Bildschirm, präzise Gestenerkennung) implementiert und der Versuchsaufbau in die Simulationsumgebung der DFS Deutschen Flugsicherung GmbH eingebunden, um mit komplexeren Daten arbeiten zu können, ein umfassenderes Feedback zukünftiger Nutzer zu erhalten und einen besseren Vergleich zwischen konventionellen HMI Systemen und dem ‚DFS-ConceptDesk‘ zu bekommen.

## 5 Schlussteil

### Danksagung

Wir danken Thomas Rüggeberg, Jens Konopka und Jörg Buxbaum für die Ermöglichung dieses Forschungs- und Entwicklungsprojektes im Rahmen des SESAR Projektes von Seiten der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH.

Ebenfalls möchten wir uns bedanken bei Tim Niklas Hachmeister, Malte Syndicus, Daniel Schwalbe, Robert Schnüll und Dennis Timmermann für ihre Mitarbeit in diesem einjährigen Projekt. Ohne die hervorragende Zusammenarbeit zwischen den Disziplinen Industrial Design, Media Interaction Design, den Fluglotsen als spätere Nutzer und der Forschungsabteilung der DFS wäre ein solch zukunftsweisendes Projekt nicht zustande gekommen.

### Literaturverzeichnis

Bergner, J., König, C., Hofmann, T., & Ebert, H. (2009). An Integrated Arrival and Departure Display for the Tower Controller. *Proceedings of 9th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference*, Hilton Head, SC, USA.

- Hall, R. R. (2001). *Prototyping for usability of new technology*. *International Journal of Human-Computer Studies*, 55(4), 485-501.
- Manning, C. & Stein, E. 2005. *Measuring Air Traffic Controller Performance in the 21st Century*. In B. Kirwan, M. Rodgers, & D. Schäfer (Hrsg.), *Human Factors Impacts in Air Traffic Management* (S. 283–316). Aldershot, Hampshire: Ashgate Publishing Limited.
- ISO 9241-210 (2008). *Ergonomics of human-system interaction. Part 210: Human-centred design process for interactive systems*. Geneva: ISO.
- Jackson, T. F. (1980). *System User Acceptance Thru System User Participation*. *Proceedings of the Annual Symposium on Computer Application in Medical Care*, 3, 1715-1721.
- König, C., Hofmann, T., Bergner, J., & Bruder, R. 2008. *Evaluation eines Human-Machine-Interface für Tower-Fluglotsen unter Einsatz eines Simulators*. Paper presented at the Usability Professionals 2008, Lübeck.
- König, C., Hofmann, T., & Bruder, R. (2012). *Application of the user-centred design process according ISO 9241-210 in air traffic control*. In: *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 41 (1) pp. 167-174.

### **Autoren**

Thomas Hofmann forschte nach Abschluss seines Studiums INDUSTRIAL DESIGN an der Universität Duisburg-Essen und der Designskole Kopenhagen zunächst am Institut für Ergonomie und Designforschung und arbeitete parallel als freier Designer. 2004 lehrte er als Gastwissenschaftler an der Tsinghua University in Peking und der Guangzhou University. Seit 2005 hat er eine Gastprofessur an der Hubei Academy of Fine Arts in Wuhan, China. Von 2007 an arbeitete und lehrte er am Institut für Arbeitswissenschaft der TU Darmstadt, bevor er an die Hochschule Osnabrück für die Professur ‚Ergonomie & Usability im Design‘ berufen wurde. Thomas Hofmann entwickelt seit 2001 interaktive HMI Systeme. Zu seinen Kooperationspartnern gehören zahlreiche Institute und Firmen, die im sicherheitskritischen Umfeld tätig sind. Darüber hinaus organisiert er seit über 10 Jahren interkulturelle Forschungsprojekte und Workshops zwischen deutschen, asiatischen Hochschulen und Industriepartnern.

Jörg Bergner studierte bis zum Jahr 2000 Allgemeinen Maschinenbau an der Technischen Universität Darmstadt mit dem Schwerpunkt Luftfahrttechnik. Anschließend war er dort als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Gasturbinen, Luft- & Raumfahrtantriebe mehrere Jahre verantwortlich für den Transsonischen Verdichterprüfstand. Nach der Promotion 2006 wechselte er ins Forschungszentrum der Deutschen Flugsicherung GmbH wo er seit dem nationale und internationale Forschungsprojekte rund um das Thema Air Traffic Management leitete.