

# Einsatz von Beobachtungsinterviews bei der Entwicklung von Interfaces für Tower-Fluglotsen

**Christina König, Thomas Hofmann, Jörg Bergner und Ralph Bruder**

*Schlüsselwörter: Methode, Beobachtungsinterview, Iterativer Gestaltungsprozess, Arbeitswissenschaft, Flugsicherung*

## Zusammenfassung

Das Erheben von nicht direkt beobachtbaren Daten ist im Allgemeinen schwierig. So können z. B. Handlungsstrategien, Gedächtnisprozesse oder subjektive Eindrücke von Personen nur indirekt erfasst werden. Trotzdem können solche Daten äußerst wichtig sein. So reicht es nicht aus, die Tätigkeit eines Fluglotsen durch Beobachtung zu erschließen. Viele Prozesse sind kognitiver Art und laufen nicht direkt beobachtbar im Kopf des Lotsen ab. Möchte man solche internalen Prozesse erfassen, kann man auf die Methode des Beobachtungsinterviews zurückgreifen: Beobachtungen werden durch Gespräche bzw. Befragungen ergänzt, bis ein ausreichendes Verständnis erreicht ist. Der Beitrag beschreibt Vorgehensweise, Möglichkeiten und Grenzen dieser Methode und stellt eigene Erfahrungen aus einem Projekt der TU Darmstadt mit der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH vor. Hier wurde die Methode des Beobachtungsinterviews am Arbeitsplatz der Tower-Lotsen (Tower und Simulator) mehrfach und erfolgreich eingesetzt, um u. a. die Gebrauchstauglichkeit des neu gestalteten Human-Machine-Interfaces und seinen Einfluss auf das Arbeitsverhalten der Lotsen zu erfassen.

## Abstract

The acquisition of imperceivable data is difficult: strategies, memory processes, or subjective impressions of people usually can not be observed in a direct way, but those data can have great relevance. The tasks of air traffic controllers for example cannot be acquired entirely by observing them. Many processes are cognitive and are therefore located in the brain of the controller. To acquire those processes, the method of observation interviews is useful: observations and interviews are combined to enhance the understanding of processes and tasks. This paper describes procedure, potential, and problems of this method by discussing our experiences from a project together with DFS Deutsche Flugsicherung GmbH (German Air Traffic Control). We applied many times successfully the method of observation interviews to investigate e. g. the usability and the quality of the interface of a new Human-Machine-Interface and its influence on the working behavior of air traffic controllers.

## Einleitung

Die Tätigkeit des Fluglotsen verbindet hoch belastende Aufgaben, ein hohes Maß an Verantwortung und extrem kurze Entscheidungsphasen, wodurch sich häufig eine starke Beanspruchung des Lotsen ergibt. Zunehmender Luftverkehr und die immer komplexeren Entscheidungsketten steigern die Anforderungen zusätzlich (Manning & Stein, 2005). Dies gilt auch für den Arbeitsplatz des Tower-Fluglotsen, zu dessen Aufgaben die Koordination der Starts und Landungen gehört. Besonders in Phasen hohen Flugverkehrsaufkommens muss er in kurzer Zeit eine Vielzahl unterschiedlicher Informationen verarbeiten sowie schnell und sicher handeln (Rohmert, 1975).

Um seine Aufgaben zu erfüllen, stehen dem Fluglotsen unterschiedliche technische Systeme zur Verfügung, die ihm Informationen präsentieren oder Eingaben ermöglichen. Die Entwicklung der jeweiligen Mensch-Maschine-Schnittstelle (Human-Machine-Interface / HMI) stellt

eine besondere Herausforderung für das Interface Design dar. Schließlich müssen die Schnittstellen optimal an die Arbeitstätigkeit angepasst werden, so dass sie keinen zusätzliche kognitive Kapazität beim Lotsen beanspruchen, sondern vielmehr in jeder Situation schnell, sicher und komfortabel zu nutzen sind. Eine genaue Kenntnis von Arbeitssystem, -abläufen und Informationsbedarf ist daher eine wesentliche Grundlage. Während ein Teil dieser Informationen aus der Fachliteratur, aus betrieblichen Quellen oder auch durch Beobachtung an Arbeitsplätzen zu erlangen sind, sind andere Informationen weniger leicht zugänglich. Dazu gehören beispielsweise die kognitiven Prozesse des Lotsen oder seine Einstellung zu einzelnen Systemen. Um auch diese Daten zu erheben, kann auf spezielle Methoden aus der Arbeitswissenschaft bzw. -psychologie zugegriffen werden, wie beispielsweise das Beobachtungsinterview.

## **Tätigkeit des Fluglotsen**

Die Tätigkeit der Fluglotsen im Tower ist geprägt von anspruchsvollen, zeitkritischen und sicherheitsrelevanten Aufgaben (Wickens, Mavor & McGee, 2007). Situationsbewusstsein (nach Endsley, 1995) spielt dabei eine wichtige Rolle: Nur wer die Lage in der Luft und am Boden in seinem Verantwortungsbereich kennt, kann gute und sichere Entscheidungen treffen. Neben der aktuellen müssen auch zukünftige Situationen antizipiert werden, damit An- und Abflugprozesse auch für die nächste Zeit optimal geplant werden können.

Je schwieriger die äußeren Bedingungen sind, desto wichtiger ist für den Lotsen, dass er exakt die benötigten Informationen bekommt: Bei fehlenden Daten können Entscheidungen nicht fundiert getroffen werden, bei überflüssigen Informationen kostet die Auswahl der relevanten Daten kognitive Kapazitäten, die an anderer Stelle fehlen können. Das Beherrschen der benötigten Visualisierungs- und Interaktionssysteme erfordert einen langen und intensiven Lernprozess des Lotsen, bis die Interaktion zwischen Nutzer und Technik effektiv, effizient und zufriedenstellend funktioniert. Jegliche Änderungen in Darstellung und Interaktion reduzieren die Gesamteffektivität des Systems massiv und längerfristig (Wickens et al., 2007).

## **Das Projekt WFF – Interfaceentwicklung für Tower-Fluglotsen**

Ein HMI für den Einsatz im Tower sollte den Lotsen bei der Informationsverarbeitung optimal unterstützen, indem es entscheidungsrelevante Daten aufbereitet und präsentiert. Besondere Bedeutung hat das bei Flughäfen mit hohem Verkehrsaufkommen wie beispielsweise Frankfurt, an denen dem Lotsen keine Zeit für Nebentätigkeiten oder umständliche Bedienprozesse bleibt. In einem interdisziplinären Team aus Arbeitswissenschaftlern, Designern, Ingenieuren und Lotsen wurde daher vom Institut für Arbeitswissenschaft der TU Darmstadt gemeinsam mit der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH und delair Air Traffic Systems GmbH ein HMI für einen Towerlotsen-Arbeitsplatz entwickelt (Bergner, König, Ebert & Hofmann, 2008). Das Projekt fand im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten 4. Luftfahrtforschungsprogramms im Verbundvorhaben Wettbewerbsfähiger Flughafen (WFF) statt, das u. a. eine effizientere Abwicklung des Flugverkehrs an deutschen Großflughäfen zum Ziel hat.

An einem integrierten Arbeitsplatz sollten Informationen aus verschiedenen Systemen aufeinander abgestimmt und gemeinsam dargestellt werden. Der Lotse sollte situationsgerecht, aufgabenangemessen und gut lesbar immer exakt die Informationen erhalten, die er in diesem Moment benötigt. Dadurch beanspruchen Informationsaufnahme und -eingabe möglichst wenig der kognitiven und visuellen Kapazität und der Lotse kann seine Aufmerksamkeit weitestgehend auf seine Arbeitsaufgabe richten. Äußere Bedingungen im Tower wie hoher Entscheidungsdruck oder schwierige Umgebungsbedingungen mussten ebenso berücksichtigt werden wie der hohe Trainingsgrad der Benutzer.

## **Produktentwicklungsprozess**

Die besondere Herausforderung des Entwicklungsprozesses lag darin, ein HMI zu entwickeln, das nicht nur ergonomischen und betrieblichen Anforderungen genügt, sondern auch die Akzeptanz der Lotsen besitzt (König, Hofmann, Bergner & Bruder, 2009). Die Expertise der Lotsen musste daher in den Gestaltungsprozess einbezogen werden, damit seine Bedürfnisse, Erwartungen und Erfahrungen mit in die Gestaltung einfließen konnten (vgl. DIN EN ISO 13407; Gould, 1988; Burmester & Görner, 2003). Die Eignung des Interfaces für die Arbeitsaufgabe sowie die Akzeptanz durch die Lotsen sollten projektbegleitend evaluiert werden.

Das Vorgehen im Projekt folgte dem Prinzip des iterativen Designs (Genov 2005, Wickens et al., 2007): Nach Analyse der bestehenden Arbeitssituation, der Arbeitsaufgaben sowie der aktuellen Bedienkonzepte wurden Soll-Kriterien für das HMI definiert, Gestaltungsentwürfe entwickelt, umgesetzt und im Rahmen von 3D-Realzeitsimulationen überprüft (Evolutionäres Prototyping, vgl. König, Hofmann, Bergner & Bruder, 2009). Schwerpunkte aus arbeitswissenschaftlicher Sicht bildeten Bedien- und Gestaltungsqualität, Aufgabenangemessenheit sowie Akzeptanz. Durch mehrere iterative Schleifen wurden gewonnene Erkenntnisse direkt in der Gestaltung umgesetzt und das HMI schrittweise optimiert, bis die gewünschte Qualität erreicht war. Das endgültige HMI ist damit das Produkt einer schrittweisen Annäherung an ein für diesen Arbeitsplatz optimales HMI.

## **Beobachtungsinterview als Methode**

Um strukturierte und verlässliche Daten zu Arbeitssituation der Lotsen und Gestaltungsqualität des HMI zu erhalten, wurden Beobachtungsinterviews durchgeführt. Diese Methode integriert die häufig verwendeten Methoden Beobachtung und Interview (Dunckel, 1999), nutzt dabei die jeweiligen Vorteile und ermöglicht dadurch den Zugang zu Daten, die mit beiden Methoden alleine so nicht zugänglich wären.

### **Beobachtung**

Die Methode der Beobachtung wird in der psychologischen und arbeitswissenschaftlichen Feldforschung in vielen Situationen und Variationen eingesetzt (Frieling & Sonntag, 1999). Ein Beobachter erfasst dabei die visuell zugänglichen Daten eines Objekts abhängig von seinem Untersuchungsziel. Im Allgemeinen bildet er aufgrund der beobachteten Daten Hypothesen, die er in weiteren Erhebungen zu untersuchen versucht (Stanton, Salmon, Walker, Barber & Jenkins, 2005; Bortz & Döring, 2002).

Der Beobachter ist bei einer direkten, teilnehmenden Beobachtung Teil einer sozialen Situation und beeinflusste diese dadurch. Er sollte über ein Konzept verfügen, nach denen er Arbeitsbedingungen und -abläufe, Körperhaltungen, Kommunikationsverhalten oder sonstige interessierende Variablen erhebt sowie Besonderheiten der Situation erkennen kann (Frieling & Sonntag, 1999). Mit Hilfe von Beobachtungen können gezeigtes Verhalten oder bestehende sichtbare Zustände beschrieben werden. Internale Informationen wie z. B. Verstehensprozesse oder Gedächtnisinhalte sind, da sie nicht direkt beobachtbar sind, nicht zugänglich, sondern müssen aus den beobachtbaren Verhaltensweisen erschlossen werden (Stanton et al., 2005). Die daraus entstehenden Fehler hängen unter anderem vom jeweiligen Beobachter ab, der bei der Interpretation der Daten seine eigenen, zum Teil nicht ausreichenden Kenntnisse miteinbezieht und dabei auch falsche Schlüsse ziehen kann.

Dem Beobachteten sollte bewusst sein, welche Ziele die Beobachtung hat, welche Daten erhoben werden und welche Konsequenzen die daraus folgenden Erkenntnisse für ihn haben. Berücksichtigt man das nicht, entstehen Ängste und Misstrauen beim Beobachteten, die nicht nur aus ethischen Gründen zu vermeiden sind, sondern sich auf das Untersuchungsergebnis negativ auswirken können. Wesentlich bei der Beobachtung von Arbeitstätigkeiten ist außer-

dem, dass der Beobachter versteht, welches Ziel die Tätigkeit hat und welche Regeln dabei eine Rolle spielen (Frieling & Sonntag, 1999). Beides kann nur unter großem Aufwand durch Beobachtung, aber relativ leicht durch eine Befragung (Interview) erfasst werden.

## **Interview**

Bei einem qualitativen Interview werden Daten auf verbale Weise erhoben. In einer Kommunikationssituation versucht der Interviewer, nicht direkt beobachtbare Daten wie z. B. Kognitionen zu erfragen (Stanton et al., 2005). Dies kann mündlich oder schriftlich und im Einzel- oder Gruppengespräch geschehen (Frieling & Sonntag, 1999). Der Gesprächsinhalt (Ton, evtl. auch Bild) wird aufgezeichnet, anschließend transkribiert und interpretiert, was zu einem relativ hohen Aufwand führt. Qualitative Interviews sind im Allgemeinen unstrukturiert und nicht-standardisiert, um auf die jeweilige Situation und die Antworten optimal eingehen zu können. Bei problemorientierten Interviews jedoch kann es hilfreich sein, im Anschluss an eine offene Phase vorab formulierte Fragen zu stellen, um sicherzustellen, dass alle interessierenden Themen auch berücksichtigt wurden. Hypothesen können dabei sowohl generiert als auch überprüft werden.

Das Vertrauensverhältnis zwischen Interviewer und Befragten spielt in Interviews eine große Rolle. Zudem sollte der Interviewer sich zwar anregend verhalten und den Befragten zu (ausführlichen) Antworten stimulieren, gleichzeitig jedoch den Gesprächsverlauf nicht diktieren, sondern dem Befragten Freiräume lassen (Frieling & Sonntag, 1999).

## **Beobachtungsinterview**

Beobachtungsinterviews werden vor allem in der Arbeitswissenschaft häufig eingesetzt (Frieling & Sonntag, 1999). Sie kombinieren in der Regel halbstandardisierte Interviews mit halbstandardisierten direkten Beobachtungen und sind oft Grundlage für Arbeitsanalyseverfahren. Die Befragungen beziehen sich dabei auf Arbeitsinhalt, -ablauf, soziale Beziehungen, Beanspruchungen oder weitere Arbeitsaspekte und ergänzen die durch Beobachtungen erhaltenen Erkenntnisse. Es können sowohl personunpezifische Daten (Arbeitsabläufe, Ausstattung mit Arbeitsmitteln) als auch personspezifische Daten (Einstellungen, Wahrnehmung und Bewertung der Arbeitsumgebung und Arbeitsmittel) erhoben werden. Häufiger ist jedoch eine Kombination beider Daten. Anwendung finden arbeitsanalytisch orientierte Beobachtungsinterviews unter anderem zur Ermittlung von Schwachstellen der Arbeitsgestaltung und Eignungsanforderungen.

## **Anwendung im Projekt**

In der Entwicklung der HMI für Fluglotsen konnte diese Methode in zwei Bereichen einen wesentlichen Beitrag leisten:

Zu Beginn des Projekts wurden Arbeitssystemanalysen im Tower durchgeführt, um u. a. die Tätigkeit der Tower-Fluglotsen und den Informations- und Unterstützungsbedarf zu erfassen. Hier ermöglichten Beobachtungsinterviews den Beobachtern ein rasches Verstehen der relevanten Abläufe und Inhalte. Auch auf Gestaltungsprobleme konnte hier direkt am Arbeitsplatz und in der konkreten Situation eingegangen werden.

Ein Großteil der Beobachtungsinterviews wurde jedoch im Rahmen der Simulationen eingesetzt, in denen Prototypen des HMI unter realitätsnahen Bedingungen untersucht wurden (vgl. König, Hofmann, Bergner & Bruder, 2008). Dabei wurden Tower-Lotsen in einem 3D-Realzeit-Simulator mit alltäglichen Arbeitsaufgaben konfrontiert, die sie mit Hilfe des neu entwickelten HMI bewältigen sollten. Jedem dieser Lotsen wurde ein Beobachter zur Seite gestellt, um während der gesamten Simulation sein Arbeitsverhalten zu dokumentieren und gleichzeitig das Beobachtungsinterview durchzuführen. Der Beobachter konnte so seine Er-

kenntnisse direkt mit dem Nutzer besprechen, offene Fragen klären und so die eigenen Beobachtungen direkt verifizieren. Der Fokus lag dabei auf nicht direkt beobachtbaren Informationen wie beispielsweise den Einschätzungen der Lotsen bezüglich der Gestaltung und Gebrauchstauglichkeit des neuen Interfaces. Wie von Frieling & Sonntag (1999) vorgeschlagen wurden die während der Simulation im Beobachtungsinterview erhobenen Daten anschließend durch ein weiteres, strukturiertes Interview zu Aspekten der HMI-Gestaltung und -Bedienung ergänzt, so dass alle relevanten Themen berücksichtigt waren.

### **Diskussion der Methode**

Beobachtungsinterviews bieten die Chance, die durch Beobachtung entstandenen Hypothesen direkt zu überprüfen und aufkommende Fragen in der Situation zu klären. Der Beobachter kann so auch nicht direkt beobachtbare Daten erheben und darüber hinaus ein tiefgehendes Verständnis erlangen. Auf spezielle Bedingungen und individuelle Bedürfnisse des Nutzers kann eingegangen werden. Durch die enge Kommunikationssituation kann außerdem eine konstruktive Beziehung zwischen Entwicklern und zukünftigen Nutzern entstehen, die dem Produktentwicklungsprozess und der Qualität des Produkt zugute kommt.

Die Methode des Beobachtungsinterviews wird vor allem in der qualitativ orientierten Forschung eingesetzt, bei der kleine natürliche Stichproben ausgewählt werden. Die erhobenen Daten werden nicht statistisch ausgewertet, eine Verallgemeinerung der Erkenntnisse auf eine größere Population ist daher nicht möglich. Es muss also sorgfältig im Einzelfall abgewogen werden, ob ein Beobachtungsinterview die geeignete Methode ist, um die jeweiligen Forschungsfragen zu klären. Auch das intensive Eingehen auf den jeweiligen Nutzer hat seinen Preis: Die erhobenen Daten können sich bei jedem Nutzer unterscheiden, je nach Erhebungssituation, Interviewer, Nutzer, u.v.m. Äußere Faktoren wie z. B. die aktuelle Verkehrssituation am Flughafen können dazu führen, dass sich die Beobachtungssituation verändert und damit die Daten unter nicht vergleichbaren Bedingungen erhoben wurden.

Im vorgestellten Projekt erwies sich die Kombination aus Beobachtung und Befragung als sinnvoll. Es wurde schon frühzeitig erkannt, dass reine Beobachtungen zur Erfassung der komplexen mentalen Prozesse nicht ausreichen. Durch gleichzeitiges Befragen konnten arbeitswissenschaftlich relevante Beobachtungen direkt mit den subjektiven Einschätzungen der Lotsen in Beziehung gesetzt werden.

Sicherlich stellt diese Methode einen größeren Eingriff in den natürlichen Arbeitsablauf des Lotsen dar, der neben seiner Tätigkeit auf Fragen des Beobachters eingehen und implizite Gedanken explizit äußern muss. Hier kommt aber eine Besonderheit der Benutzergruppe zum Tragen: Die Interaktion mit anderen Personen, über Funk oder persönlich, ist im Arbeitsalltag der Lotsen üblich. Daher wurde die Beeinträchtigung durch die Befragung während der Arbeit im Vergleich zum großen Nutzen der gewonnenen Daten als vertretbar eingeschätzt.

### **Fazit**

Das Vorgehen der iterativen Gestaltung, ergänzt durch sehr frühe Prototypen und Nutzerintegration, ermöglichte einen effektiven Entwicklungsprozess für ein hoch spezialisiertes Arbeitsplatzkonzept für Tower-Lotsen, welches die Lotsen durch die situationsadäquate Informationsvisualisierung bei der Arbeit entlastet und unterstützt.

Im Projektverlauf wurde die Methode des Beobachtungsinterviews mehrfach erfolgreich eingesetzt, sowohl zur Arbeitsanalyse an aktuellen Lotsenarbeitsplätzen als auch zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit des neu entwickelten Interfaces. Eine besondere Bedeutung lag dabei im Aufbau eines offenen und vertrauensvollen Verhältnisses zwischen Lotsen und Beobachtern, was neben einer höheren Datenqualität auch eine längerfristige und konstruktive Zusammenarbeit und hohe Qualität des entstehenden HMI fördert. Mit dem Einsatz der Me-

thode erfolgte eine Weiterentwicklung von einem Werkzeug zur Arbeitsanalyse hin zu einer Methode der Produktgestaltung und nutzerorientierten Gestaltung.

## Literatur

- Bergner, J., König, C., Ebert, H., & Hofmann, T. (2008, September). *Entwurf einer Integrier-ten Planungsanzeige für den Tower-Controller*. Paper presented at the Deutscher Luft-und Raumfahrtkongress 2008, Darmstadt.
- Bortz, J. & Döring, N. (2002): *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozial-wissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Burmester, M. & Görner, C. (2003). Das Wesen benutzerzentrierten Gestaltens. In J. Machate & M. Burmester (Hrsg.), *User Interface Design. Benutzerschnittstellen menschlich ge-stalten* (S. 47-66). Frankfurt: Software & Support Verlag.
- DIN EN ISO 13407 (2000). Benutzer-orientierte Gestaltung interaktiver Systeme. Berlin: Beuth.
- Dunckel, H. (1999). *Handbuch psychologischer Arbeitsanalyseverfahren*. Zürich: vdf, Hoch-schulverlag an der ETH Zürich.
- Endsley, M.R. (1995). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors*, 37 (1), 32-64.
- Frieling, E. & Sonntag, K. (1999). *Lehrbuch Arbeitspsychologie*. Bern: Hans Huber.
- Genov, A. (2005). Iterative Usability Testing as Continuous Feedback: A Control Systems per-spective. *Journal of Usability Studies*, 1 (1), 18-27.
- Gould, J.D. (1988). How to Design Usable Systems. In M. Helander (Hrsg.), *Handbook of Human-Computer-Interaction*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V.
- 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., Bergner, J. & Bruder, R. (2009). *Inkrementelle nutzergerechte Etab-lierung eines Towerlotsen-HMI*. Paper presented at the Mensch & Computer 2009, Ber-lin.
- Manning, C & Stein, E. (2005). Measuring Air Traffic Controller Performance in the 21st Cen-tury. In B. Kirwan, M. Rodgers & D. Schäfer (Eds.), *Human Factors Impacts in Air Traf-fic Management* (pp. 283-316). Hampshire, UK: Ashgate Publishing Limited.
- Rohmert, W. (1975). *Beanspruchung des Flugverkehr-Kontrollpersonals*. Darmstadt: Institut für Arbeitswissenschaft, TU Darmstadt.
- Stanton, N.A., Salmon, P.M., Walker, G.H., Baber, C. & Jenkins, D.P. (2005). *Human Factors Methods. A Practical Guide for Engineering and Design*. Hampshire, UK: Ashgate Pub-lishing Limited.
- Wickens, C.D., Mavor, A.S. & McGee, J.P. (Hrsg.). (2007). *Flight to the Future. Human Fac-tors in Air Traffic Control*. Washington D. C.: National Academy Press.