

# Situationsbewusstsein und antizipative Prozesse

• *Situationsbewusstsein* • *Flugunfälle* • *räumliche Desorientierung* • *psychophysiologische Beanspruchungsmessung* • *Simulatorstudie*

## Zusammenfassung

Der Beitrag entwickelt am Beispiel des Phänomens der Räumlichen Desorientierung von Piloten die These, dass antizipative Prozesse für Situationsbewusstsein von stärkerer Bedeutung sein könnten als klassische Ansätze von „Situation Awareness“ annehmen. Unterschiede in antizipativen vegetativen Veränderungen für Piloten, die im Simulator Unfälle verursachen weisen darauf hin, dass der Analyse und Erklärung der antizipativen Prozesse in Zukunft deutlich mehr Beachtung geschenkt werden sollte. Während das Klassische Modell zur „Situation Awareness“ von Endsley (1995) mit den Stufen „Wahrnehmung der relevanten Faktoren aus der Umwelt“ („Level 1 - SA“), „Interpretation/Verständnis der Bedeutung dieser Faktoren“ („Level 2 – SA“) und „Verständnis der Entwicklung des Systems in der nahen Zukunft“ („Level 3 – SA“) geeignet ist die Informationsverarbeitungsschwächen bei (Flug) Unfällen zu beschreiben, könnte der differenzierten Analyse bewusster und automatisierter antizipativer Prozesse eine entscheidende Bedeutung für die Erklärung des Verhaltens in zeitdynamischen Systemen und die Entwicklung von präventiven Trainings zukommen.

## Praktische Relevanz

Die Unterstützung antizipativer Prozesse bei der Steuerung von dynamischen Systemen durch Ausbildung und Training könnte zur Systemsicherheit und zur Reduktion von Fehlhandlungen einen wichtigen Beitrag liefern.

---

Experimentelle Untersuchungen am Simulator wurden in Kooperation mit der Firma AMST Systemtechnik GmbH, 5282 Ranshofen, Austria durchgeführt und durch die Projekte „Development of an Anti-disorientation Training for Pilots“ (Projekt Nr. 806872) und „Mobadi“ (Projekt Nr. 810987) von der FFG gefördert.

## Conscience de la situation et des processus prévisionnels

• *Conscience de la situation* • *accidents d'avion* • *désorientation spatiale* • *mesure de la charge psychophysiologique* • *études en simulateur de vol*

## Résumé

Cette étude développe la thèse selon laquelle les processus anticipatifs pourraient être plus importants pour la conscience de la situation que les hypothèses concernant la « Situation Awareness » ne le laisse supposer en prenant l'exemple de la désorientation spatiale des pilotes. Les différences dans les modifications anticipatives affectant le système végétatif pour les pilotes qui causent des accidents lors des essais menés dans les simulateurs montrent que l'analyse et l'explication des processus anticipatifs devraient être davantage considérées à l'avenir. Alors que le modèle classique « Situation Awareness » d'Endsley (1995) comportant les niveaux: - « Perception des facteurs importants de l'environnement » (« Niveau 1 – SA ») - « Interprétation / compréhension de la signification de ces facteurs » (« Niveau 2 – SA ») et - « Compréhension du développement / projection du système dans un proche avenir » (« Niveau 3-SA »), est approprié pour décrire les faiblesses du traitement des informations lors d'accidents (de vols), l'analyse différenciée de processus anticipatifs conscients et automatisés pourrait avoir une signification décisive pour l'explication du comportement dans le cas de systèmes dynamiques évoluant dans un volume de temps et d'espace. Cette analyse devrait permettre de développer l'entraînement préventif.

## Importance pratique

Soutenir les processus d'anticipation lors du contrôle et de la commande de systèmes dynamiques grâce à, d'une part, la formation et à l'entraînement ainsi que, pourrait contribuer sensiblement à améliorer la sécurité du système et à réduire le nombre d'erreurs de comportement.

# Situational Awareness and anticipatory processes

• *Situational awareness* • *aviation accidents* • *spatial disorientation* • *psychophysiological strain measurement* • *simulator study*

## Summary

This contribution develops the hypothesis that anticipatory processes are of much higher importance for errors in flight and driving than classical approaches of the situation awareness concept presume. Thus, it is proposed to change the sequence of perception, comprehension, and projection in the near future into a feedback loop. This loop highlights, that the anticipation of changes can modify the perceived cues. This is well in line with classical and modern conceptions of action, dating back to the ideomotor principle and the principle of reafference. In addition, an option to skip the step of “comprehension” in case of highly automatized actions is proposed. Comprehension can be replaced by a simple match-mismatch checking process. Data from two simulator studies on spatial disorientation of pilots are presented, which show increased heart rate in the period before errors occur. The first results were based on data from 21 experienced jet pilots. Among other exercises they had to perform a landing on a hardly illuminated runway (black-hole approach) in a motion-based disorientation trainer (DISO-Airfox®, AMST-Systemtechnik GmbH, Ranshofen, Austria). The heart rate increase starts about ten miles out, which is far more than enough time to switch to a safe maneuver. Similar differences were found with a sample of 15 licensed pilots, who had to perform the black-hole approach with a computer mock-up of the simulator with a turbo-prop aircraft model. In both studies heart rate was recorded with an adapted multichannel EEG-amplifier of g-tec (Austria) from electrodes placed on the chest of the pilots. The replicated anticipatory physiological changes of pilots with crashes in the simulator indicate that we should pay more attention to the analyses and explanation of anticipatory processes, which are not necessarily “aware”.

Whereas Endsley's (1995) classical model of situation awareness with the levels “Perception of the relevant factors from the environment” (“Level 1 – SA”), “Comprehension/understanding of the significance of these factors” (“Level 2 – SA”) and “Understanding of the system progress in the near future” („Level 3 – SA“) is a very useful framework for the description of the weaknesses of information processing in (aviation)accidents, the analyses of anticipatory processes might have additional impact on the explanation of the behaviour in time-dynamic systems and the development of the preventive training.

Experimentally designed studies will have to be conducted in a next step, as the replicated ex post facto analysis only lead to hypotheses and cannot rule out any other alternative

explanation of high heart rate during a black-hole approach like high workload of less capable pilots.

## Practical Relevance

Supporting anticipative processes in the control of dynamic systems by training might be an important contribution to enhance safety and to reduce human error.

# 1 Einleitung

Das klassische Modell zum Situationsbewusstsein von Endsley (1995) ist zu einem zentralen Konzept zur Beschreibung von Fehlern in der Informationsverarbeitung von Operateuren komplexer Systeme avanciert. Das Modell erlaubt Fehler in unterschiedlichen Phasen der Informationsverarbeitung zu identifizieren, die als Ursache für Zwischenfälle und Unfälle in Frage kommen. Je nach Phase im sequentiellen Modell können die Fehler auftreten bei 1.) Wahrnehmungsprozessen 2.) dem Verständnis und der Interpretation der Situation, der Reizbedingungen und des Systemzustandes und darauf aufbauend 3.) bei der Projektion des Systemzustandes in die Zukunft. Dieser Projektionsprozess im Sinne der Antizipation künftiger Systemzustände ist für das Verhalten in dynamischen Kontexten möglicherweise von primärer Bedeutung.

Insbesondere die Aufrechterhaltung der Orientierung im Raum erfordert komplexe antizipative Informationsverarbeitung, die zudem in vielen Bereichen völlig unbewusst abläuft. Räumliche Orientierung ist weder an ein Verständnis der Situation im Sinne eines bewussten Prozesses gebunden, noch als simple Folge der Wahrnehmung und Interpretation zu verstehen. Insbesondere für das Verhalten in zeitlich dynamischen Systemen ist eine antizipationsgesteuerte Verhaltensbeschreibung in vielen Fällen angemessener als S-R-orientierte Ansätze. Das Verhalten und Fehler von Operateuren findet vielfach auf der Basis bewusster und unbewusster antizipativer Prozesse statt. Antizipative Prozesse erlauben ein zeitgerechtes Verhalten in dynamischen Hochgeschwindigkeitssystemen. Dementsprechend beschreibt auch Endsley (2000) die zentrale Bedeutung von Projektionen in die Zukunft für das Verhalten von erfahrenen Operateuren.

Der vorliegende Beitrag soll die Bedeutung der Rückkoppelung von Projektionen in die Zukunft (=Antizipation) und für die Wahrnehmung im Sinne von Top-Down Prozessen thematisieren. Es wird vorgeschlagen, die oft linear dargestellte Konzeption von Situation Awareness eher als rückgekoppelten Prozess darzustellen



**Bild 1:** Rückgekoppeltes Situation Awareness Modell

**Figure 1:** Situation awareness loop with feedback

**Illustration 1:** Modèle couplé rétroactivement de la "Situation Awareness"

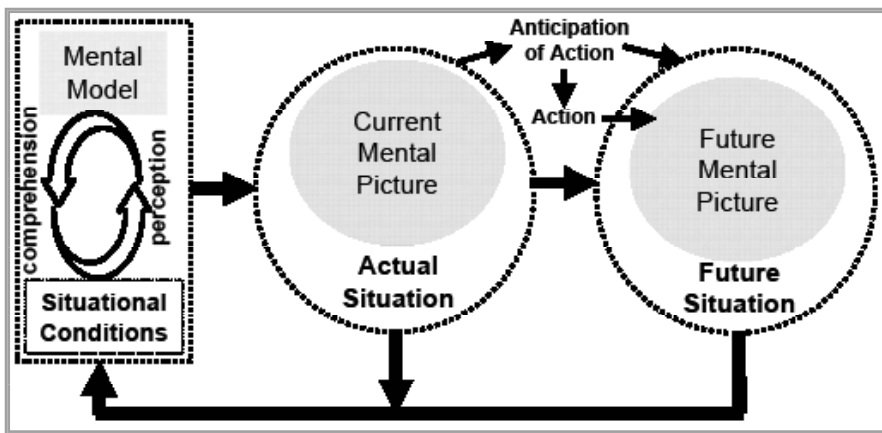
und die Stufe des „Verstehens“ der Situation als nicht obligatorisch zu betrachten (z. B. bei hochautomatisierten Aktionen). Das modifizierte Modell ist in Bild 1 dargestellt. Statt eines bewussten Verstehens kann die Aktion auch über einen einfachen Match- Mismatch-Vergleich (Kallus et al. 1999) gesteuert werden.

Zur Beschreibung und Erklärung antizipativer Prozesse auf das Verhalten in zeitdynamischen Situationen lassen sich eine Reihe theoretischer Konzepte heranziehen. Das Phänomen zentralnervöser Veränderungen vor der bewussten Entscheidung (Libet 1985; 1999; Haynes et al. 2007) kann mit antizipativer Informationsverarbeitung, die in zeitdynamischen Situationen unerlässlich ist, einfach erklärt werden. Die wichtigsten historischen Konzepte, die die Rolle der Top-Down Prozesse für das Verhalten betonen, sind das ideomotorische Prinzip von W. James (1981/1890), das Reafferenzprinzip (v. Holst & Mittelstaedt 1950) für das im Jahr 1954 der Nobelpreis für Physiologie verliehen wurde, die determinierende Tendenz (Ach 1910, 1935), die Prozesse der Assimilation und Akkomodation (Piaget 1975, 1959) sowie die antizipierenden Schemata (Neisser 1976) und das Konzept verhaltensgeleiteter Erkenntnis (Prinz

1983). In jüngerer Zeit wurden das Konzept der Ereigniskodierung (Theory of Event Coding, TEC, Hommel et al. 2001) und das Konzept der antizipativen Verhaltenssteuerung von Hoffmann (1993) publiziert.

Eine stärkere Betonung möglicher Rückkoppelungen von „Projektionen in die Zukunft“ für Wahrnehmung und Verhalten d. h. von antizipativen Prozessen in das Modell des Situationsbewusstseins von Endsley (1995) ist über die Annahme eines mentalen Situationsbildes möglich, welches auf der Basis von mentalen Modellen und der gegenwärtigen Situationsparameter ständig aktualisiert wird und zur Vorhersage des Systemzustandes in rückgekoppelter Weise für die nächsten relevanten Ereignisse im System herangezogen wird. Bild 2 stellt diese Konzept nach Kallus et al. (1998) schematisch dar.

Für die Erklärung und Beschreibung des Verhaltens im zeitdynamischen System steht der Prozess der Antizipation im Vordergrund. Antizipationen tragen wesentlich zur Steuerung der Aufmerksamkeit und der Wahrnehmung bei. Sie können über die Auswirkungen der Erwartung auf Wahrnehmung und Interpretation der Situation das Verhalten in entschei-



**Bild 2:** Situationsbewusstsein und mentale Situationsbilder, modifiziert (Kallus et al. 1998)  
**Figure 2:** Situation Awareness and the mental picture, modified (Kallus, et al. 1998)  
**Illustration 2:** "Situation Awareness Loop", modifié selon (Kallus et al. 1998)

dender Weise bestimmen. Wahrnehmung und Interpretation werden zu „Servoprozessen“ für die Vorhersage der Entwicklung des Systemzustandes. Auf dieser Basis findet dann eine zeitangepaßte Systemsteuerung durch den Operateur statt. Die in Bild 1 und 2 betonte Rückkoppelung geht insofern deutlich über Situation Awareness (im ursprünglichen Sinn) hinaus als eine Vielzahl antizipativer Prozesse automatisiert oder subcortical gesteuert abläuft (wie z. B. Augenbewegungen verdeutlichen). Untersuchungen im Flugsimulator mit Übungen aus dem Bereich der Räumlichen Desorientierung stützen die Annahme der zentralen Bedeutung der antizipativen Prozesse für das Verständnis von Flugfehlern.

## 2 Methodik und Ergebnisse

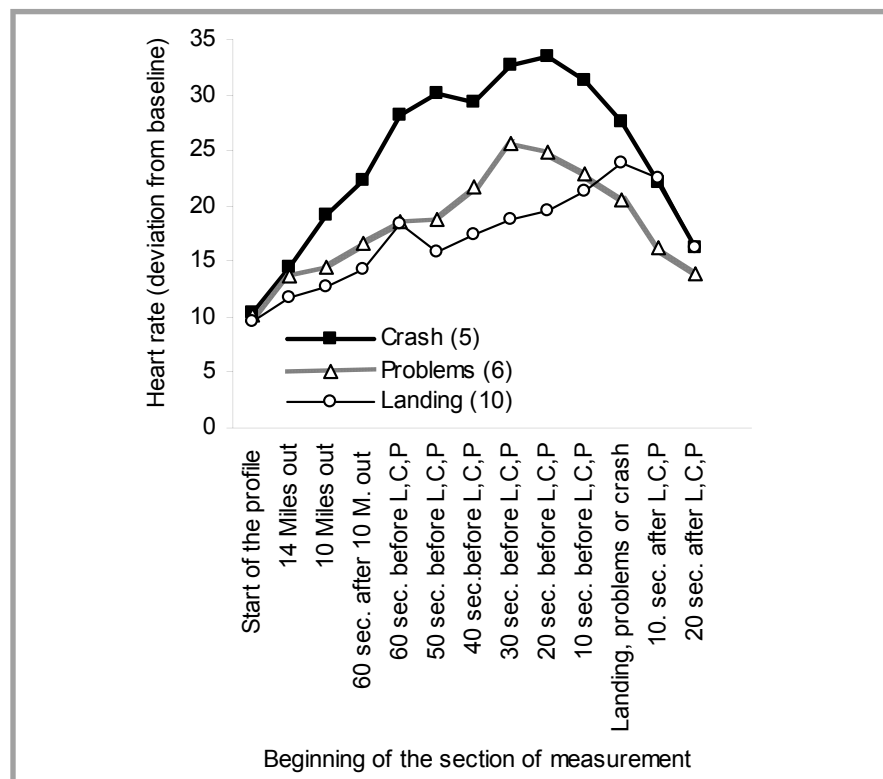
Bild 3 zeigt den Verlauf der Herzfrequenz von insgesamt 21 aktiven Jet-Piloten, die im Verlauf einer Untersuchung zur Wirksamkeit von Antidesorientierungstrainings die Übung „Black-Hole-Approach“ absolvierten. Das Training fand im dreiaxial beweglichen Antidesorientierungstrainer DISO-Airfox® der Firma AMST Systemtechnik statt. Für alle Piloten wurden ausführliche Einweisungsflüge vor Trainingsbeginn vorgenommen. Es handelte sich um aktive Jet-Piloten aus dem deutschsprachigen Raum im Alter von 24-60 Jahren ( $\bar{x}=33,5$  Jahre;  $s=9,6$  Jahre) mit 400 bis 13000 Stunden Flu-

gerfahrung ( $\bar{x}=2216$  Stunden;  $s=2419$  Stunden). Beim Black-Hole-Approach wird ein Landeanflug bei Nacht auf eine minimal illuminierte Landebahn simuliert. Die nächtlichen Sichtbedingungen begünstigen das Auftreten von

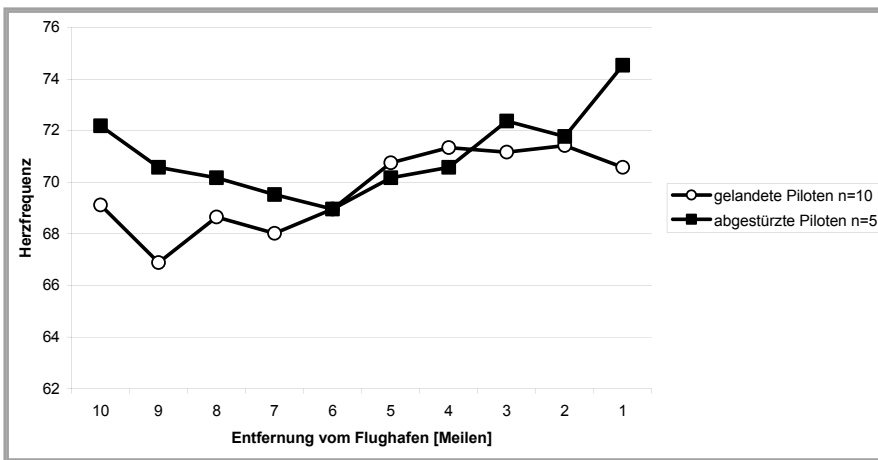
Wahrnehmungstäuschungen wie den Autokinetischen Effekt und der Fehleinschätzung der eigenen Höhe. Werden die Instrumente nicht angemessen in die Flugentscheidungen einbezogen, kommt es zu einem Flugunfall durch Bodenkontakt vor der Landebahn.

Mit einem portablen Notebook-basierten Mehrkanalverstärker der Firma g-tec (Graz, Österreich) wurden EKG, EOG und EEG-Ableitungen im Simulator vorgenommen. Das EKG wurde mittels Brustwandableitung aufgezeichnet und mit der Software „gps-analyse“ der Firma g-tec ausgewertet. Die Daten wurden aufgrund der hohen Varianz in den Ausgangswerten mit dem Mittelwert aller Ruhemessungen (vor und nach den Übungen gemessen) baseline-korrigiert.

Bild 3 zeigt die mittlere Herzfrequenzdifferenz zur Baseline von 3 Gruppen, denen die Piloten ex post auf Basis ihrer Leistung zugeordnet wurden. Gruppe „Crash“ hatte einen Flugunfall, Gruppe „Probleme“ führte statt der Landung Ausweichmanöver durch und



**Bild 3:** Herzratenänderungen während der Übung „Black-Hole-Approach“ (Kallus & Tropper 2004)  
**Figure 3:** Changes of heart rates during the exercise "Black Hole Approach" (Kallus & Tropper 2004)  
**Illustration 3:** Changement de la fréquence cardiaque pendant l'exercice "Black-Hole-Approach" (Kallus & Tropper 2004)



**Bild 4:** Durchschnittliche Herzrate während des Black Hole Approach. Gruppen getrennt nach Ausgang des Landeanfluges (Zauner 2006)

**Figure 4:** Mean heart rate during the Black Hole Approach. Groups separated according to the success of the approach (Zauner 2006)

**Illustration 4:** Moyenne fréquence cardiaque pendant le "Black-Hole-Approach". Groupes séparés selon la fin de l'atterrissage (Zauner 2006)

Gruppe „Landung“ führte die Landung instruktionsgemäß durch. Die Piloten verteilen sich 5:6:10 auf diese 3 Gruppen. Während sich die Gruppen bei der Übergabe der Flugkontrolle (Maschine in der Luft, Kurs Flughafen) noch nicht systematisch voneinander unterscheiden, zeigen sich später signifikante Verlaufsunterschiede im Gruppe x Zeit - Effekt ( $F(11.7, 105.7) = 2.0, p = .031$ ). Bereits 10 Meilen vor der Landebahn liegt eine erhöhte Herzfrequenz für die Piloten vor, die später einen Absturz haben werden. Die Mehrpulse zur Baseline sind für die Unfallpiloten im Verlauf um mehr als 100% höher als für die Piloten mit gelungener Landung. Die Gruppe mit Ausweichmanövern weist im Zeitfenster der Einleitung des Ausweichmanövers eine höhere Herzfrequenz als die Gruppe mit normaler Landung auf. Diese fällt jedoch dann unter das Niveau der gelandeten Gruppe, da keine Landung vorgenommen wurde. Die stark erhöhten Werte der Gruppe mit Flugunfall weisen darauf hin, dass bereits im Vorfeld der Landung antizipative Prozesse auf eine „schwierige Situation“ hinweisen. Interessant ist der Unterschied insbesondere im Hinblick auf die Gruppe mit Ausweichmanövern, denn aus fliegerischer Perspektive stellt sich die Frage, warum das bis kurz vor dem

Flugunfall mögliche Ausweichmanöver von der „Unfall“-Gruppe nicht eingelenkt wird. Antizipative Prozesse scheinen sich in vegetativer Aktivierung niederzuschlagen ohne dass das bewusste Entscheidungsverhalten in sichere Richtung geändert wird. Damit legt dieses Ergebnis die Hypothese nahe, dass antizipative Prozesse für die Beschreibung und Erklärung von Flugunfällen eine entscheidende Bedeutung haben könnten und diese Prozesse möglicherweise auf Ebenen ablaufen, die nicht (hinreichend) bewusst sind. Das Ergebnis stellt den Ansatz das Konzept des „bewussten“ Situationsbewusstseins als alleinigen Ansatz zur Beschreibung und Analyse der mentalen Prozesse bei Flugunfällen heranzuziehen mindestens in Frage. Dies gilt in ganz besonderer Weise für den Bereich des Umgangs mit räumlicher Desorientierung.

Da ein Hauptproblem von Ex-post-facto-Auswertungen in der Frage der Reproduzierbarkeit und Generalisierbarkeit liegt, wurde in der Grazer Arbeitsgruppe zunächst geprüft, ob sich ähnliche Effekte unter anderen Bedingungen reproduzieren lassen.

Bild 4 zeigt die Ergebnisse von 15 weiteren Piloten, die am Mock-up des

DISO-Airfox (fixed base, Displays auf einfachen Monitoren, Steuerung über ein erweitertes Joy-Stick-Panel) die Übung „Black-Hole-Approach“ absolvierten. Von den 15 Piloten verursachten 5 einen Flugunfall bei der Landung, die übrigen absolvierten die Aufgabe. Aufgrund der unterschiedlichen Flugdynamik des simulierten Flugzeugtyps (Turboprop) ergeben sich insgesamt unterschiedliche Verläufe im Vergleich zu Bild 3. Zudem weisen die Absolutwerte darauf hin, dass die Situation am Simulatoremockup deutlich weniger Nähe zur Flugsituation aufweist als die Situation im Simulator. Aufgrund relativer Homogenität der Ausgangswerte konnte auf eine Baselinekorrektur verzichtet werden. Dennoch zeigt sich auch hier in der Phase zwischen 10 und 6 Meilen vor dem Aufsetzpunkt eine signifikant erhöhte Herzfrequenz der Piloten mit späterem Flugunfall (Effekt Gruppe x Zeit:  $F(14,16) = 2.4, p = .047$ ) (Zauner 2006).

### 3 Diskussion

Die Einbeziehung psychophysiologischer Messungen in die Analyse des Verhaltens bei schwierigen Steuerungsaufgaben verdeutlicht eindrucksvoll die Rolle antizipativer Prozesse bei Flugunfällen. Dies zeigt sich in sehr unterschiedlichen Simulationsszenarien. Offen bleibt bei diesen Gruppenvergleichen welche Rolle emotionale Prozesse oder sonstige interindividuelle Unterschiede spielen (wie auch bei sonstigen Unfallanalysen). Möglicherweise wird die Rolle von Antizipationen im klassischen Modell des Situationsbewusstseins unterschätzt, wo diese erst in der 3. Stufe nachdem die Situation wahrgenommen und verstanden wurde zu tragen kommt. Das Verständnis der Aufgabe von Piloten und anderen Operateuren von komplexen Systemen mit hoher Raum-Zeit-Dynamik erfordert, antizipative Prozesse stärker in den Vordergrund zu stellen. Dies lässt sich durch eine Darstellung als rückgekoppelter Prozess einfach erzielen. Da Piloten als „erfahrene“ Operateure zu behandeln sind, entspricht diese Sichtweise durchaus auch den Vorstellungen von Endsley (2000). Mit dem Modell der Antizipativen Verhaltenssteuerung

und der Projektion des mentalen Bildes in die Zukunft, welche auf Basis von mentalen Repräsentationen in Gedächtnis und aktuellen Gegebenheiten das Verhalten in dynamischen Umwelten steuert, wird ein Ansatz zur Ergänzung des Endsley'schen Modells von Situation Awareness vorgelegt, der die bisherigen Modellerweiterungen (z. B. Wickens 2002) um eine weitere Facette ergänzt. Die vorliegenden Hinweise für die Bedeutung antizipativer Prozesse geben Anstoß für weitere experimentell angelegte Studien. Sollte sich die These der zentralen Bedeutung von Antizipationen bestätigen, hätte dies erhebliche Konsequenzen für Training und Selektion von Operateuren in zeitdynamischen Systemen. Ebenso auch für die Gestaltung von technischen Supportsystemen. Natürlich könnten die antizipativen Erhöhungen der Herzfrequenz auch „nur“ erhöhte Schwierigkeiten bei der Bewältigung der Aufgabe für weniger „gute“ Piloten andeuten. Auch dies hätte praktisch wichtige Implikationen und würde auf antizipative Prozesse hindeuten. Schließlich können die Herzfrequenzänderungen auch emotional bedingt sein. Hier stellt sich dann aber auch die Frage warum diese Zustände nicht zu korrektiven, sicheren Alternativaktionen (z. B. „touch and go“-Manöver) führen. Hierzu sind weitere Studien und Analysen notwendig.

## Literatur

Ach, N.: Über den Willensakt und das Temperament. Leipzig, Quelle & Meyer, 1910

Ach, N.: Analyse des Willens. Berlin, Wien, Urban & Schwarzenberg, 1935

Endsley, M. R.: Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors*, 37, 32-64, 1995

Endsley, M. R.: Theoretical underpinnings of situation awareness: a critical review. In M.R. Endsley & D. J. Garland (Eds.), *Situation awareness analysis and measurement*. Mahwah, NY: Lawrence Erlbaum, 2000

Haynes, J.-D.; Sakai, K.; Rees, G.; Gilbert, S.; Frith, C.; Passingham, R. E.: Reading hidden intentions in the human brain. *Current Biology*, 17, 323-328, 2007

Hoffmann, J.: Vorhersage und Erkenntnis. Die Funktion von Antizipationen in der menschlichen Verhaltenssteuerung. Göttingen, Hogrefe, 1993

Hommel, B.; Müsseler, J.; Aschersleben, G.; Prinz, W.: The Theory of Event Coding (TEC): A framework for perception and action planning. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 849-878, 2001

James, W.: *The principles of psychology*. Cambridge, MA, Harvard University Press, 1981 (Orig. 1890)

Kallus, K. W.; Barbarino, M.; Van Damme, D.: *Integrated Task and Job Analysis of Air Traffic Controllers Phase 1: Development of Methods (HUM.ET1.STO1.1000-REP-03)*. Brussels, Eurocontrol, 1998

Kallus, K. W., Dittmann, A., Barbarino, M., & Van Damme, D.: Basic cognitive processes of air traffic controllers. In D. Harris (Ed.). *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics, Volume Three*. Aldershot, England, Ashgate, 1999

Kallus, K. W. ; Tropper, K. : Evaluation of a Spatial Disorientation Simulator Training for Jet Pilots. *International Journal of Applied Aviation Studies*, 4, 45-55, 2004

Libet, B.: Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action. *Behavioral Brain Sciences*, 8, 529-566, 1985

Libet, B.: How does conscious experience arise? The neural time factor. *Brain Research Bulletin*, 50, 339-340, 1999

Neisser, U.: *Cognition and Reality*. San Francisco, Freeman, 1976

Piaget, J.: *Das Erwachen der Intelligenz beim Kinde*. Stuttgart, Klett-Cotta, 1975 (Orig., 1959)

Prinz, W.: *Wahrnehmung und Tätigkeitssteuerung*. Heidelberg, Springer, 1983

von Holst, E.; Mittelstaedt, H.: Das Reafferenzprinzip. *Naturwissenschaften*, 37, 464-476, 1950

Wickens, C. D.: Situation Awareness and Workload in Aviation. *Current directions in Psychological Science*, 11, 128-133, 2002

Zauner, Ch.: *Experimentelle Untersuchung psychophysiologischer Reaktionen auf verschiedene Flugprofile*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Karl-Franzens-Universität Graz, 2006

## Anschrift des Verfassers

**Prof. Dr. Wolfgang Kallus**  
Karl-Franzens-Universität Graz  
Institut für Psychologie  
Arbeits-, Organisations- und Umweltpsychologie  
Universitätsplatz 2/DG  
A-8010 Graz  
E-Mail: wolfgang.kallus@uni-graz.at