

Der moderierende Effekt von Persönlichkeitsmerkmalen auf die Leistung von Operateuren bei der Prozessführung und -überwachung in komplexen Mensch-Maschine-Systemen

Charlotte Meyer, Jens Nachtwei und Saskia Kain

Schlüsselwörter: Prozessüberwachung, Prozessführung, Persönlichkeit, Moderatoreffekte, Operateursleistung, Kontrollvariable

Zusammenfassung

Dieser Beitrag widmet sich Persönlichkeitsmerkmalen als Moderatoren auf die Leistung von Operateuren in Human Factors Untersuchungen. Während in der Literatur bereits Befunde über die Vorhersagekraft von Persönlichkeitsmerkmalen auf Leistungsindikatoren existieren und sporadisch ein stärkerer Einbezug von Persönlichkeitsmerkmalen in Untersuchungen gefordert wird, scheint das Potenzial dieser Merkmale bei Human Factors Forschern aktuell noch wenig präsent zu sein. Auf Basis von Literaturbefunden, Experteneinschätzungen und Befunden eigener empirischer Erhebungen soll der Stellenwert von Persönlichkeitsmerkmalen für die Prozessüberwachungs- und führungsleistung von Operateuren sowie für eine saubere statistische Kontrolle jener Merkmale der Person verdeutlicht werden. Als Wegbereiter sollte das Projekt „Persönlichkeitsmerkmale als Kontrollvariablen in der Human Factors Forschung“ (PeKoHF) dienen, welches die Erfassung von Persönlichkeitsmerkmalen in empirischen Studien durch die Bereitstellung von etablierten Kurskalen fördern möchte. Eine Untersuchung die diesen Projektansatz nutzt, wird beschrieben und Ergebnisse werden berichtet.

Abstract

This paper examines personality traits as moderator variables of operators' performance in process control environments. A number of empirical findings prove personality traits to significantly predict expected behavioral outcomes and emphasize the need of a systematic integration of these traits in empirical settings. However the potential of personality traits still lacks attention of experts in Human Factors practice und research. Based on a literature review, ratings of Human Factors experts and further empirical studies the focus is thus on increasing the awareness of personality traits in measuring process control performance. In addition emphasis is placed upon an appropriate statistical control of these operator characteristics in Human Factors research. Serving as a facilitator the project "Personality Traits as Control Variables in Human Factors Research" (PeCoHF) seeks to increase the assessment of personality traits in empirical studies using short scales of personality questionnaires. Description and results of a recent study applying this principle are reported.

Tanz mit einer Unbekannten: Persönlichkeit von Operateuren als unterschätzte Größe in der Mensch-Technik-Interaktion

Mensch-Technik-Interaktion deckt ein breites Spektrum ab: vom Umgang mit Heimelektronik über die Beherrschung von Büroanwendungen bis hin zur Überwachung und Führung von Prozessen in Industrie und Verkehrswesen sind unterschiedliche Anwendungsbereiche in Forschung und Praxis vorzufinden. Human Factors zielt dabei vorwiegend auf die Gestaltung der Nutzungsschnittstelle und Mensch-Maschine-Funktionsteilung ab, um den Graben zwischen den Bedürfnissen und Fähigkeiten des Benutzers einerseits und den Möglichkeiten der Technik andererseits zu überbrücken. Gerade in diesem gestalterischen Feld ist daher inzwischen viel Wissen über Einflussfaktoren (bspw. Menge und Komplexität dargestellter Informationen) auf

die Leistung und gewisse Zustände (z.B. Situationsbewusstsein) von Nutzern beim Umgang mit Technik verfügbar. Doch wirkt bspw. die Gestaltung einer Nutzungsschnittstelle nach den Prämissen des Ecological Interface Design (EID) wirklich direkt auf die messbare Leistung (Bedienfehler/ -zeiten) oder gibt es moderierende Variablen dazwischen? Denn gerade in einem Feld wie Human Factors mit seinen aufwendigen Versuchsumgebungen und hohem Kontextbezug (Meister, 2001) kann davon ausgegangen werden, dass die Wirkmechanismen von Technikgestaltung auf Maße der Mensch-Technik-Interaktion komplizierter sind als bspw. die Wirkung der Gestaltung eines einfachen Stimulus auf die Reaktionszeit einer Person. Für die oben dargestellte Fragestellung konnte dies überzeugend von Torenvliet, Jamieson & Vicente (2000) in einer Simulationsstudie an einem Interaktionseffekt gezeigt werden: Operateure mit holistischem kognitiven Stil (Tendenz zum Denken in Relationen und Integrieren von Informationen) profitierten stärker von EID als jene mit dem gegensätzlich ausgerichteten, seriellen Stil. Wir plädieren deshalb dafür, den Faktor Mensch gerade im Bereich sicherheitskritischer Mensch-Maschine-Systeme noch stärker auszudifferenzieren, indem mehr Augenmerk auf jene Merkmale gelegt wird, die diesen Menschen (hier: Operateur) originär ausmachen und sowohl zeitlich als auch über Situationen hinweg ein Mindestmaß an Stabilität aufweisen. Persönlichkeits- und Intelligenzmerkmale entsprechen eben dieser Definition (Asendorpf, 1999) und stehen im Fokus unserer Betrachtungen. Inwiefern vermitteln Merkmale wie Gewissenhaftigkeit, kognitiver Stil, Risikoneigung oder allgemeine Intelligenz zwischen der Gestaltung von Technik und dem Umgang mit derselben? In einer eigenen Expertenevaluation mit Human Factors Vertretern (Meyer, Nachtwei & Kain, angenommen) wurde der Einfluss (konkret die Effektstärke) von Persönlichkeitsmerkmalen oftmals als gering eingeschätzt. Sensibilisierung und Expertise in diesem Feld scheinen in Praxis und Forschung noch nicht ausreichend vorhanden. In der Literatur wird hingegen zunehmend das Erfassen von Persönlichkeitsmerkmalen gefordert (z.B. Koltko-Rivera 2004). Der Tanz mit der Unbekannten kann nur gelingen, wenn ein Mindestmaß an Wollen und Wissen gegeben ist. Dieser Beitrag soll beides fördern.

Von Wissen, Wollen und Können: Befundlage, Vorbehalte und praktische Hürden zum PeKoHF-Ansatz

In der Human Factors Literatur lassen sich vereinzelt (jedoch leider wenig systematisch) weitere empirische Befunde ausmachen, welche die Relevanz von Persönlichkeitsmerkmalen im beschriebenen Sinne aufzeigen. Bei Kain & Nachtwei (in Druck) sind zentrale Ergebnisse zusammengefasst und zeigen, dass häufig der direkte, nicht der vermittelnde (Interaktions-) Effekt der Persönlichkeit auf die Leistung oder Zustände der Person ausgewiesen wird. Somit wird Persönlichkeit, wenn überhaupt, zumeist als Leistungsdeterminante im Sinne der Performance Shaping Factors Modelle der 1980er (vgl. Swain & Guttman, 1983) begriffen. Methodisch interessanter ist jedoch der moderierende Einfluss, da somit der Effekt von experimenteller Manipulation auf die interessierenden Zielvariablen um die personinhärente Variabilität (interindividuelle Unterschiede in Persönlichkeitsmerkmalen) bereinigt werden kann. Die Hypothesenprüfung ist somit weniger fehleranfällig und die abgeleiteten Ergebnisse belastbarer.

Nun stellt sich die Frage, weshalb Persönlichkeitsmerkmale nicht einfach mit erfasst werden, um den beschriebenen Vorteil für die eigene Arbeit nutzen zu können. Zum einen kann von einer gewissen Skepsis und geringerem Kenntnisstand bei Vertretern der Disziplinen ohne psychologischen Hintergrund ausgegangen werden. Zum anderen ist der Aufwand in vielen Studien bereits so hoch, dass umfassende Fragebögen oder Testverfahren aus Ökonomiegründen gemieden werden. Hinzu kommt, dass die nötigen statistischen Verfahren der Moderatoranalyse nicht unbedingt weit verbreitet sind, was sich an der seltenen Dokumentation von Ergebnissen multipler linearer Regressionen mit Interaktionstermen oder der (M)ANCOVA in der Literatur zeigt. Der folgende Abschnitt soll daher eine praktische Hilfestellung bieten, um die beschriebenen Nachteile umgehen und den Vorteil nutzen zu können.

Unwegsames Gelände urbar machen: Das PeKoHF-Projekt als Wegbereiter am Beispiel einer empirischen Untersuchung

Das PeKoHF-Projekt

Aufgrund der im Human Factors Bereich vorherrschenden Unkenntnis über die Bedeutsamkeit von Persönlichkeitsmerkmalen für die Forschung und Praxis sowie der ökonomischen Erhebungsmöglichkeiten dieser Merkmale wurde im April 2008 das Projekt „Persönlichkeitsmerkmale als Kontrollvariablen in der Human Factors Forschung“ (PeKoHF) von Saskia Kain und Jens Nachtwei gegründet. Das Projekt ordnet sich ein in das Graduiertenkolleg prometei (am Zentrum Mensch-Maschine-Systeme der Technischen Universität Berlin). Das Ziel des Projekts soll es sein, über die Wichtigkeit von Persönlichkeitsmerkmalen aufzuklären sowie den Einsatz valider Kurzskaleten (zur Erfassung von Persönlichkeitsmerkmalen) zur Verbesserung der Datenqualität in empirischen Untersuchungen aus dem Human Factors Bereich zu etablieren (Huber, Kain & Nachtwei, 2008). Zu diesem Zweck wurde eine Projekt-Website (www.zmms.tu-berlin.de/web/pekohf.html) aufgesetzt. Diese soll den Projektansatz jederzeit für andere Forscher greifbar machen, indem dort das Projekt sowie verschiedene Kurzskaleten zur Erfassung von Persönlichkeitsmerkmalen, Dispositionen und Einstellungen, deren Messintentionen und psychometrischen Eigenschaften auch im Vergleich zu existierenden langen Skalenversionen vorgestellt werden. Der Großteil dieser Skalen wird zudem kostenlos zum Download angeboten. Neben der Aufklärung hat das Projekt sich zum Ziel gesetzt, alle geeigneten Kurzskaleten zu recherchieren und online anzubieten, vorhandene umfangreiche Skalen zu kürzen, englischsprachige konventionelle Inventare ins Deutsche zu überführen sowie neue notwendige Skalen zu entwickeln. Das bedeutet, diese Website wird nach und nach mit weiteren Kurzskaleten gefüllt, in der Hoffnung, dass diese Skalen zukünftig als Kontrollvariablen in Untersuchungen der Human Factors Forschung eingesetzt werden. Die Betonung liegt hierbei auf der Erhebung der Merkmale als Kontrollvariablen und nicht auf der Operationalisierung einer unabhängigen Variablen. Dafür sollten die ursprünglichen, längeren Skalenversionen eingesetzt werden, da diese das jeweilige Merkmal noch differenzierter erfassen können. Durch den Einsatz der Kurzskaleten zur Erhebung von Kontrollvariablen können experimentelle Effekte sicherer nachgewiesen werden, indem bei der statistischen Ergebnisanalyse der Einfluss der personinhärenten Variabilität aus der Varianz der abhängigen Variable eliminiert wird (Huber et al., 2008). Zudem kann die inkrementelle Varianzaufklärung des Persönlichkeitsmerkmals bei der abhängigen Variable ermittelt und damit die Bedeutsamkeit eines einzelnen Persönlichkeitsmerkmals aufgedeckt werden. Auch die Kenntnis über die moderierenden Effekte von Persönlichkeitsmerkmalen kann vertieft werden. Momentan lassen sich nur wenige Befunde dazu in der Literatur finden. Deshalb lautet eine der wesentlichen Fragestellungen im PeKoHF-Projekt: Welchen moderierenden Effekt haben Persönlichkeitsmerkmale tatsächlich auf die Leistung von Operateuren in komplexen Mensch-Maschine-Systemen?

Aller Anfang ist schwer: in drei Schritten zur Metaanalyse

Das zu Grunde liegende methodische Vorgehen ist durch drei Bausteine gekennzeichnet: Ein Literaturreview, Expertenmeinungen aus Forschung und Praxis sowie aktuelle Human Factors Untersuchungen sollen die Relevanz von Persönlichkeitsmerkmalen für die Leistung von Operateuren beleuchten. Die aus den drei Quellen ermittelten Effektstärken von Persönlichkeitsmerkmalen sollen einander gegenübergestellt werden, wobei der erste und letzte Schritt die Basis für eine Metaanalyse darstellen, während Schritt 2 die Lage in der Forschungspraxis aufdeckt und somit den Nutzen einer Metaanalyse begründet. *Schritt 1.* Die bisherige Bestandsaufnahme in der Literatur zeigt weder die Nichtexistenz, noch die übermäßige Verbreitung von Befunden über den Zusammenhang von Persönlichkeitsmerkmalen und der Leistung von Operateuren. Es besteht somit ein großer Bedarf, den Stellenwert der Persönlichkeitsmerkmale in

weiteren Studien zu prüfen. *Schritt 2.* Die überschaubaren empirischen Befunde werfen die Frage auf, *weshalb* Persönlichkeitsmerkmale bisher nicht stärker in der Forschung betrachtet werden. Nach Stanton & Ashleigh (1996, zit. nach Burkolter et al., 2009) werden Persönlichkeitsmerkmale bei Human Factors Forschern als weniger wichtige Einflussfaktoren auf die Leistung im Vergleich zu bspw. Trainingsmethoden erachtet und daher nicht aktiv als Prädiktoren eingesetzt. Experten im Bereich Human Factors unterschätzen scheinbar die Relevanz von Persönlichkeitsmerkmalen für die Leistung von Operateuren. Zur Überprüfung dieser Hypothese wurde eine Expertenevaluation mit 28 Forschern im Bereich Human Factors durchgeführt. Diese sollten jeweils die Effektstärke von sieben Persönlichkeitsmerkmalen in Bezug auf die Prozessüberwachungs- und -führungsleistung von Operateuren in komplexen MMS einschätzen. Wie angenommen, wurde die Wirkung vieler Merkmale als gering eingeschätzt. Ob die Effektstärken dabei im Vergleich zu bisherigen Befunden unterschätzt werden, ist erst nach Abschluss des Literaturreviews und hierin auch der direkten Anfrage nach nicht publizierten Effektstärken bei den Autoren möglich. Das Ergebnis weist jedoch bereits darauf hin, dass Persönlichkeitsmerkmale als Leistungsdeterminanten bei Human Factors Experten z.T. wenig repräsentiert sind (Meyer et al, angenommen) – eine Hürde hinsichtlich des verstärkten Einsatzes von Persönlichkeitsfragebögen. *Schritt 3.* Eine Möglichkeit, diese Hürde zu nehmen, ist, mit gutem Beispiel voran zu gehen und gezielt Persönlichkeitsmerkmale in laufenden Human Factors Untersuchungen mit zu erheben, um die Forschungstätigkeit auf diesem Gebiet zu beleben. Damit kann der Kreis für einen Vergleich auf drei Ebenen geschlossen und die Grundlage für eine spätere Metaanalyse geschaffen werden. Die in der Literatur genannten Befunde, die Persönlichkeitsmerkmale vor allem als direkte Einflussgrößen auf die Leistung belegen, rechtfertigen die Anwendung des ökonomischen PeKoHF-Prinzips: Persönlichkeitsmerkmale werden anhand von Kurzskalen erhoben und als Kontrollvariablen in aktuellen Untersuchungen im Bereich Human Factors verwendet.

PeKoHF in der Anwendung: Ergebnisse einer empirischen Untersuchung

Die erste der empirischen Untersuchungen konnte unter Einsatz zweier Persönlichkeitsfragebögen, BFI-10 (Big Five Inventory-10; Rammstedt & John, 2007) und FESE-R (Fragebogen zur Erfassung von Strategie und Expertise in Experimenten, Revision; Nachtwei, 2008), zur Erfassung von insgesamt sechs Persönlichkeitsmerkmalen durchgeführt werden. Bei dem Labor-Experiment handelte es sich um die Prozessüberwachung und -kontrolle in einer simulierten chemischen Leitwarte mit dem Ziel, das Prüfverhalten von Operateuren als Reaktion auf nicht perfekte Alarme zu untersuchen (Gérard & Manzey, angenommen). Als unabhängige Variable wurde die Zuverlässigkeit des Alarmsystems, variiert auf vier Stufen, verwendet und das Prüfverhalten (Abhängige Variable) in Abhängigkeit dieser vier unterschiedlichen Reliabilitäten (für eine Phase, in der Alarme auftraten, und eine alarmfreie Phase) ermittelt. Jede Phase wurde dabei zweimal von allen Probanden durchlaufen. In der Stichprobe (N=63) war das Geschlecht nahezu gleich verteilt (Frauen: 49,2%; Männer: 50,8%); das Alter betrug im Mittel 27 Jahre (SD: 6,5). 39,7% der Stichprobe waren Studenten; 38,1% hatten zur beruflichen Tätigkeit keine Angabe gemacht; der übrige Teil war in verschiedenen Berufen tätig. Es wurde angenommen, dass Persönlichkeitsmerkmale in der Untersuchung zu einer signifikanten inkrementellen Varianzaufklärung bezogen auf die abhängige Variable (hier: Prüfverhalten) führen und den Zusammenhang zwischen der unabhängigen und abhängigen Variable moderieren. Als Methode der Wahl diente die Multiple lineare Regression. Hier wird zunächst der direkte Zusammenhang zwischen den Persönlichkeitsmerkmalen und dem Prüfverhalten betrachtet. Das hierarchische Vorgehen, in welchem schrittweise als erster Prädiktor zunächst die unabhängige Variable (jedoch als dichotome Variable mit den Wahrscheinlichkeiten .1 und .7) und in einem zweiten Block die sechs Persönlichkeitsmerkmale eingegeben wurden, erlaubt im zweiten Schritt eine Aussage über die auf die Persönlichkeitsmerkmale zurückzuführende inkrementelle Varianzaufklärung. Im dritten Schritt weist eine Moderatoranalyse einen mögli-

chen moderierenden Effekt auf die Beziehung zwischen der unabhängigen und der abhängigen Variablen nach. Die Korrelationen nullter Ordnung (nach Pearson) zwischen den Persönlichkeitsmerkmalen und dem Prüfverhalten ergeben sich in den zwei Durchläufen der alarmbesetzten Phase wie folgt: Emotionale Stabilität: $r = .13$, $r = .26$; Extraversion: $r = -.15$, $r = -.13$; Gewissenhaftigkeit: $r = .06$, $r = .25$; Offenheit: $r = -.05$, $r = -.17$; Verträglichkeit: $r = .04$, $r = .22$; Risikoneigung: $r = .12$, $r = -.03$. In den zwei Durchläufen der alarmfreien Phase zeigen sich folgende Korrelationen der Merkmale mit dem Kriterium: Emotionale Stabilität: $r = -.19$, $r = -.22$; Extraversion: $r = -.17$, $r = -.19$; Gewissenhaftigkeit: $r = -.06$, $r = .14$; Offenheit: $r = .28$, $r = .20$; Verträglichkeit: $r = .23$, $r = .30$; Risikoneigung: $r = -.24$, $r = -.23$. Keine der genannten Korrelation wird dabei signifikant ($p_{\text{adj}} > .0125$)¹. In der multiplen hierarchischen Regression stellt die Teilkorrelation die alleinige Beziehung zwischen Prädiktor und Kriterium (unter Kontrolle der übrigen Prädiktoren) dar. In den zwei alarmbesetzten Durchläufen zeigen die Merkmale Emotionale Stabilität ($r = .21$, $r = .30$), Extraversion ($r = -.31$, $r = -.26$), Gewissenhaftigkeit ($r = .19$, $r = .28$) und Offenheit ($r = .21$, $r = .14$) die höchsten Teilkorrelationen mit dem Prüfverhalten. In den alarmfreien Durchläufen weisen sind dies die Merkmale Emotionale Stabilität ($r = -.10$, $r = -.20$), Gewissenhaftigkeit ($r = -.15$, $r = .10$) und Verträglichkeit ($r = .15$, $r = .18$). Eine signifikante inkrementelle Varianzaufklärung wurde mit keinem der sechs Merkmale erzielt ($p_{\text{adj}} > .0125$), so dass auch ein möglicher Moderatoreffekt (3. Schritt) entsprechend nicht berechnet werden konnte.

Trampelpfad oder Autobahn? Status und Potentiale des Ansatzes

Der Nachweis des Einflusses von Persönlichkeitsmerkmalen auf eine abhängige Variable in einer Human Factors Untersuchung sollte die Botschaft verstärken, dass es sich lohnt, Persönlichkeitsmerkmale als Kontrollvariablen mit zu erheben. Eine Ursache für die ausgebliebenen Effekte liegt sicherlich in dem explorativen Vorgehen, in welchem gleich sechs Persönlichkeitsvariablen als Kontrollvariablen erhoben wurden. Für diese hohe Anzahl an Variablen bei einer multiplen Regression war die Stichprobe ($N=63$) jedoch zu klein, was eine Verringerung der Teststärke zur Folge hatte. So weist Field (2005) auf die Daumenregel von 10 bis 15 Fällen pro Prädiktor hin (= 70-105 Probanden in der aktuellen Studie). Zukünftig sollten nur diejenigen Persönlichkeitsmerkmale als Prädiktoren verwendet werden, von denen bereits aus der Literatur oder vorhergehenden Untersuchungen bekannt ist, dass sie einen substantziellen Zusammenhang mit dem Kriterium aufweisen. Andernfalls fällt die Teststärke zu gering aus, um belastbare Ergebnisse zu erzielen. Die teilweise ermittelten, mittleren Effektstärken (= r um $.30$) motivieren jedoch, unabhängig von der fehlenden Signifikanz, das Vorgehen fortzusetzen und diese Variablen zukünftig gezielt in Untersuchungen einzusetzen, um deren Effektstärke bei ausreichender Teststärke zu ermitteln. Zum Abschluss des PeKoHF-Projekts, nach einem umfassenden Review der Befunde in der Literatur und ausreichender Datenerhebung zum moderierenden Einfluss der Persönlichkeit auf Leistungsindikatoren, ist eine auf diesen Bausteinen aufbauende Metaanalyse geplant. Das besondere dabei ist, dass die Daten durch Kooperationen mit laufenden Forschungsprojekten im Bereich Human Factors anfallen und somit nicht durch den gängigen „publication bias“ belastet sind. Somit können auch nicht signifikante Studienergebnisse einbezogen werden; diese müssen jedoch jeweils unter dem Aspekt der konkreten Ausprägung der Teststärke diskutiert bzw. in die Analyse einbezogen werden. Die Metaanalyse soll das gesamte Vorhaben durch einen umfassenden Überblick über die Thematik abrunden. Das Projekt dient letztendlich der Qualitätssicherung hinsichtlich der Datenanalyse in Human Factors Studien. Dafür muss zudem das Kurzskalenrepertoire weiter ausgebaut werden, so dass als nächster Schritt die Entwicklung bzw. Ableitung einer deutschen Kurzskala zur Erhebung des Kognitiven Stils geplant ist.

¹ Die Mehrfachberechnung einer Multiplen Regression legt eine Alpha-Adjustierung nahe (Field 2005); der in diesem Zusammenhang herangezogene p-Wert für das Signifikanzniveau ist daher jeweils Bonferroni-korrigiert zu $p_{\text{adj}} \leq .0125$ bei vier Einzelvergleichen.

Literatur

- Asendorpf, J. B. (1999). *Psychologie der Persönlichkeit* (2. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Burkolter, D., Kluge, A. Burkolter, D., Kluge, A., Sauer, J. & Ritzmann, S. (2009). The predictive qualities of operator characteristics for process control performance: The influence of personality and cognitive variables. *Ergonomics*, 52 (3), 302-311.
- Field, A. (2005). *Discovering statistics using SPSS*. London: Sage.
- Gérard, N. & Manzey, D. (accepted). *Are false alarms not as bad as supposed after all? A study investigating operators' checking behavior in response to imperfect alarms*. Proceedings of the Europe Chapter of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (2009), Linköping, Sweden.
- Huber, S., Kain, S. & Nachtwei, J. (2008). Effekte sicherer nachweisen: Persönlichkeitsmerkmale als Kontrollvariablen in der Human Factors Forschung. In M. Grandt & A. Bauch (Hrsg.), *Beiträge der Ergonomie zur Mensch-System-Integration* (S. 143-159). Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e.V. (DGLR-Bericht 2008).
- Kain, S. & Nachtwei, J. (in Druck). Die Rolle von Kontrollvariablen in der Human Factors Forschung - Ein bewährtes Konzept in einem modernen Anwendungsfeld. In: Krause, B. und Metzler, P. (Hrsg.). *Empirische Evaluationsmethoden Band 12*, ZeE Verlag: Berlin.
- Koltko-Rivera, M. E. (2004). Personality Theory and Human Factors Research. In: Vincenzi, D., Mustapha, M. & Hancock, P.A. (eds.), *Human Performance, Situation Awareness, and Automation* (pp. 161-165). New Jersey: Erlbaum.
- Meister, D. (2001). Basic Premises and Principles of Human Factors Measurement. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 2, 1 – 22.
- Meyer, C., Nachtwei, J. & Kain, S. (angenommen, *mmi interaktiv*). Empirische Realität versus subjektive Repräsentation: Einfluss von Persönlichkeitsmerkmalen auf die Prozessüberwachung und -führung in Mensch-Maschine-Systemen.
- Nachtwei, J. (2008). *Ein experimenteller Ansatz in der kognitiven Ergonomie – Personenmerkmale als Kodeterminanten der Komplexität einer belebten Mikrowelt*. VDM Verlag Dr. Müller: Saarbrücken.
- Rammstedt, B. & John, O.P. (2007). Measuring personality in one minute or less: A 10-item short version of the Big Five Inventory in English and German. *Journal of Research in Personality*, 41, 203-212.
- Stanton, N. & Ashleigh, M. (1996). Selecting personnel in the nuclear power industry. In: Stanton, N. (eds.), *Human factors in nuclear safety* (pp. 159-186). London: Taylor & Francis.
- Swain, A. D. & Guttmann, H. E. (1983). Handbook of human reliability analysis with emphasis on nuclear power plant applications, NUREG/CR-1278. Washington, DC: U.S. Nuclear Regulatory Commission.
- Torenvliet, G. L., Jamieson, G. A. & Vicente, K. J. (2000). Making the most of ecological interface design: the role of individual differences. *Applied Ergonomics*, 31, 395-408.