

Menschliche Informationsverarbeitung - interdisziplinäre Elementaranalyse und Praxisrelevanz -

Erdmute Sommerfeld

In seinem Eröffnungsreferat „Kognitionstechnologien als emerging technologies – Ein Interpretationsversuch“ hat Lutz- Günther Fleischer den Begriff „Kognitionstechnologie“ sowohl als Wissenschaft als auch als Handlungssystem charakterisiert und den hohen und wachsenden Stellenwert der „human factors“ herausgestellt (Fleischer, 2011).

Ein Schwerpunkt dieser Konferenz betrifft die Frage: „Was ist unter dem Aspekt „human factors“ für die Kognitionstechnologien von Bedeutung?“

Im Rahmen dieses Beitrags möchte ich aus dem Blickwinkel der Elementaranalyse menschlicher Informationsverarbeitung dazu einige Anmerkungen machen. Mein Weg führt dabei vom Informationsverarbeitungsparadigma über die Klix-Schule und ihre Praxisrelevanz zu Anregungen für weiterführende Analysen und Diskussionen.

1. Das Informationsverarbeitungsparadigma

Im *Informationsverarbeitungsparadigma* wird der Mensch mit seinen intellektuellen Fähigkeiten einem System gleichgesetzt, das Informationen aus der Umgebung aufnehmen, speichern, verändern und senden kann. Dieser Ansatz zur Untersuchung psychischer Prozesse hielt seinen Einzug in die Psychologie in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Richtungsweisend waren insbesondere Arbeiten von Attneave, (1959, 1965), Klix, (1960, 1969, 1971), Sanders (1971), Newell und Simon (1972), Mittenecker und Raab (1973), vgl. auch Klix (1980) sowie Sprung und Sprung (2010).

Schon bald wurde auf der Grundlage dieses Konzeptes die *Ingenieurpsychologie* entwickelt (Lomow, 1964). Auf Anregung von *Friedhart Klix (1927-2004)* wurde dieser wichtige Zweig der Psychologie noch in den 1960-er Jahren in der DDR initiiert und an der HUB in Lehre und Forschung vom Klix-Schüler Klaus-Peter Timpe aufgebaut (vgl. Timpe, 1969).

Weitere fruchtbare Verbindungen zwischen Grundlagenforschung und Praxis sind geknüpft worden.

2. Die Klix-Schule und ihre Praxisrelevanz

Friedhart Klix maß sowohl der *Interdisziplinarität* in der Analyse psychischer Prozesse als auch der Verbindung zwischen *Theorie und Praxis* eine hohe Bedeutung bei. Fruchtbare Verbindungen zu Mathematik, Biologie, Physik, Philosophie und zu den Neurowissenschaften zeigte er auf und intensivierte sie in seiner wissenschaftlichen Tätigkeit. Sowohl in der Humboldt-Universität als auch in der Akademie der Wissenschaften hatte er interdisziplinär zusammengesetzte Arbeitsgruppen aufgebaut.

Das wissenschaftliche Werk von Friedhart Klix spannt einen Bogen von der Analyse elementarer Prozesse der menschlichen Informationsverarbeitung bis hin zur Untersuchung komplexer Prozesse des Sprachverstehens und des Problemlösens (Klix, 1971, 1992, 1993, 2004). Im Rahmen dieses Beitrags soll auf einen Ausschnitt davon Bezug genommen werden. Wegweisend für eine moderne Psychologie sind die fundamentalen kognitiven Operationen und Prozeduren in seinem Ansatz zur menschlichen Wissensrepräsentation und -verarbeitung. Bedeutende Leistungen betreffen z.B. seine Forschungsansätze und Resultate bei der Analyse

von Gedächtnis- und Denkprozessen sowie darauf basierende Untersuchungen zu Intelligenz und Begabung als Grundlage für Diagnostik und Training. Klix analysiert in seinem Buch „Erwachendes Denken“ biologische und soziale Faktoren für die Ausprägung und Steigerung geistiger Leistungen. Mit seinem Ansatz, psychologische Modelle des Denkens in die Evolutionstheorie der Biologie und Anthropologie einzubetten, wurde wissenschaftliches Neuland erschlossen. Seine Analysen von Sprachverstehensprozessen resultierten in der Beschreibung und Erklärung von solchen Verstehensprozessen mittels semantischer Parser.

Die experimentellen und theoretischen Untersuchungen von Klix und seinen Schülern eröffneten neue Möglichkeiten für die *praktische Anwendung* von Erkenntnissen aus der Grundlagenforschung. Resultate der Klix-Schule haben z.B. Eingang gefunden in die Organisation und Gestaltung von *Bediensprachen bei Computern* (Timpe & Rothe, 1999), zur Entwicklung von Maßen für die Quantifizierung der *Kommunikationsgüte* beim Gruppenproblemlösen (Gundlach und Schulz, 1987), in neue Problemlösealgorithmen (Sommerfeld, 1972) beim Lösen großer kombinatorischer Probleme, die z.B. ihre Anwendung in der *Technik* bei der automatischen Aufteilung von Bauelementen auf Leiterplatten fanden, in adaptive Klassifizierungsalgorithmen (Unger & Wysotzki, 1980), die z.B. in der medizinischen *Diagnostik* zur Klassifizierung von Thoraxanomalien eingesetzt wurden, in eine *Diagnostik* schizophrener Denkstörungen auf der Grundlage von Störungen von Inferenzprozessen (Krause & Mirtschink, 1986, 1987), in eine *Diagnostik* neurologisch-psychiatrischer Erkrankungen auf der Grundlage von Störungen bei der Bildung von Begriffen (Klix, Kukla & Klein, 1976) in eine *Diagnostik* von Entwicklungsstörungen auf der Grundlage von Störungen bei der Verarbeitung semantischer Relationen - resultierend in dem Berliner Programm DENKMIT zur *Förderung des Denkens und der Wahrnehmung* von 3- bis 6-jährigen Kindern (Sydow & Meinke, 1994).

Wegen ihrer potentiellen Bedeutung für die Kognitionstechnologie sowohl als Wissenschaft als auch als Handlungssystem sei hier zusammenfassend noch einmal auf wesentliche, für die Klix-Schule charakteristische Schwerpunkte hingewiesen:

- die Struktur- und Komponentenanalyse
- die Prozessanalyse im Millisekundenbereich
- die Formalisierung psychischer Strukturen und Prozesse - auf der Grundlage einer engen Wechselbeziehung zwischen der mathematischen Modellbildung und dem Experiment und damit verbunden:
- die Zusammenarbeit mit Praxispartnern, z.B. mit technischen, medizinischen und pädagogischen Einrichtungen wie dem Geräte- und Reglerwerk Teltow, dem Institut für Nachrichtentechnik Berlin, dem Werk für Signal- und Sicherheitstechnik Berlin, der Charité´ Berlin, dem Fachkrankenhaus Berlin-Herzberge und dem Klinikum Berlin-Buch, sowie mit Praxispartnern in der Sowjetunion.

Die Gedanken von Friedhart Klix wurden nicht nur von seinen Schülern, sondern auch von den Schülern seiner Schüler aufgegriffen und weitergeführt. Aus Anlass seines 80. Geburtstages im Jahre 2007 wurde von der Klasse für Naturwissenschaften der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin die Vortragsreihe "Menschliche Informationsverarbeitung - interdisziplinäre Elementaranalyse und diagnostische Anwendung" initiiert. Seitdem wird dazu alljährlich eine wissenschaftliche Sitzung durchgeführt, in der vor allem Schüler der Schüler von Friedhart Klix ihre Forschungen vorstellen und den *Bezug zur Praxis* aufzeigen. In den bisher gehaltenen Vorträgen wurde von den Referenten eindrucksvoll belegt, wie die Ergebnisse der Elementaranalyse menschlicher Informationsverarbeitung in der Praxis bereits wirksam sind oder es wurden Wege für die praktische Anwendung von Forschungsergebnissen aufgezeigt. Dabei wurden Aussagen

gemacht über die Nutzung von theoretisch fundierten experimentellen Ergebnissen aus der Grundlagenforschung in der klinisch-experimentellen *Diagnostik der gestörten haptischen Informationsverarbeitung* bei Patienten mit Magersucht sowie in Therapien dazu (Grunwald, 2009), im *computergestützten Sehtraining* zur Behandlung von Schielamblyopie durch Beeinflussung des Informationsverarbeitungsprozesses – mit dem Ziel, dazu beizutragen, dass die in den vom amblyopen Auge gespeisten Hirnarealen verlorengegangene Kohärenz der neuronalen Entladungsmuster wiederhergestellt wird (Kämpf, 2009), bei der *nutzerzentrierten Oberflächengestaltung* von sogenannten „small screen devices“ – in Abhängigkeit von der Objekt- und Displaygröße und vom Alter der Nutzer (Ziefle et al., 2007), in der *Diagnostik individuellen Wissensbesitzes* – bezogen auf unterschiedliche Anwendungsbereiche der Arbeitswelt (Rothe, 2011). In *Leibniz intern* wurde darüber berichtet.

Den fünften Vortrag in dieser Reihe wird Frank Heinrich (TU Braunschweig) halten. Er referiert im Rahmen der Mathematik-Didaktik zur *Entwicklung von Lehr- und Lernhilfen* beim Lösen mathematischer Probleme. Die Basis dafür bilden Grundlagenuntersuchungen zum Erkennen von Fehlern und Defiziten von Lernenden und von Strategien im Umgang damit (Heinrich, 2004).

Ich habe hier schwerpunktmäßig auf die Klix-Schule Bezug genommen sowie auf einige damit in Verbindung stehende Arbeiten. Auf Modelle, Experimente und Ergebnisse darüber hinaus bin ich nicht eingegangen. In Vorträgen dieser Tagung wurden einige Ansätze und Resultate vorgestellt und diskutiert sowie ihre Praxisrelevanz aufgezeigt.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass eine Reihe von *praktisch bedeutsamen* Modellen, Experimenten und Ergebnissen der Analyse der menschlichen Informationsverarbeitung vorliegt. Ein wichtiges *Anliegen* ist es, auf ihrer Grundlage Anregungen für die *Gestaltung von Kognitionstechnologien* zu erhalten. Dabei sind Zusammenhänge zwischen Wirk-, Erkenntnis- und Gestaltungsprinzipien in Natur und Gesellschaft zu berücksichtigen, wie sie von Herbert Hörz charakterisiert wurden: „Es existieren Wirkprinzipien, die das Geschehen in allen Wirklichkeitsbereichen bestimmen. Das sind die Gesetzmäßigkeiten, Regularitäten und Kausalbeziehungen für die Erhaltung, Entwicklung und Auflösung von Systemstrukturen und deren Funktionen. Ein wesentliches Ziel besteht darin, solche Wirkprinzipien zu erkennen. Auf ihnen sind unsere Erkenntnis- und Gestaltungsprinzipien aufgebaut.“ (Schimming & Hörz, 2009; vgl. auch Sommerfeld, Hörz & Krause, 2010).

Es stellt sich die Frage nach *weiteren Aktivitäten*, die – anknüpfend an das Vorliegende - für die Kognitionstechnologien interessant sein könnten.

3. Überlegungen zu weiteren Aktivitäten

Ein nächster Schritt könnte in der Erarbeitung einer *Übersicht* und in der *interdisziplinären Diskussion* praktisch bedeutsamer Modelle, Untersuchungsansätze und Ergebnisse der Elementaranalyse menschlicher Informationsverarbeitung bestehen - verbunden mit ihrer Anwendung bzw. ihren Anwendungsmöglichkeiten in der Praxis.

Unter diesem Aspekt hatten Werner Krause und ich dem Vorstandsvorsitzenden des LIFIS, Lutz-Günther Fleischer, zu Beginn dieses Jahres eine erste Konzeption für eine mögliche gemeinsame *Konferenz* des LIFIS und der Leibniz-Sozietät zur Thematik „Menschliche Informationsverarbeitung – Applikation und Perspektiven“ übergeben (Krause & Sommerfeld, 2011).

3.1 Konferenz

Unser Vorschlag beinhaltet die Behandlung von thematischen Bereichen, die die Nützlichkeit von Erkenntnissen aus der menschlichen Informationsverarbeitung in unterschiedlichen Praxisfeldern aufzeigen. Dazu einige Beispiele:

Für die *Technik* sind das z.B. Prinzipien der Mensch-Rechner-Kommunikation oder auch der Oberflächengestaltung von Geräten. Für *Diagnostik, Therapie* und *Training* geht es um verbesserte oder auch neue Maße für geistige Leistungen, die z.B. ihre Anwendung in der Erkennung und Förderung von Begabungen finden, sowie um Maße von Störungen des Informationsverarbeitungsprozesses als Grundlage für die Behandlung oder gar Behebung solcher Störungen. Für den Bereich der schulischen *Bildung* sind prozessbezogene Lernhilfen von großer Bedeutung, aber auch das (frühzeitige) Lehren von fundamentalen Grundprinzipien (Basiskomponenten) des Denkens (Klix, 1983), wie z.B. die Komplexitätsreduktion oder das analoge Schließen - speziell die Analogiefindung über semantisch weit auseinanderliegenden Bereichen.

Auf einer solchen Tagung ist die gezielte Aufmerksamkeit insbesondere auch auf praktisch bedeutsame Probleme zu richten, zu deren Bearbeitung *interdisziplinäre* Forschungen erforderlich waren und sind. Das betrifft z.B. einen Komplex wie „Menschliche Informationsverarbeitung, *biochemische Grundlagen und Konsequenzen*“, wofür ein wichtiger Anwendungsbereich die Rechtsprechung ist. Als ein weiteres Gebiet sollte auch die Thematik „Menschliche Informationsverarbeitung und *Kommunikation*“ behandelt werden - mit Schwerpunkten wie „Sprachverarbeitung und Parser“, „Gruppenkommunikation und Förderung kreativen Denkens“, „interkulturelle Kommunikation“ und „Kommandosprachen“.

Man könnte sich vorstellen, eine solche Veranstaltung als eine Nachfolgekonferenz der heutigen Tagung „Kognitionstechnologien“ zu gestalten. Dabei sollten Vertreter aus Grundlagenforschung und Praxis gemeinsam das besondere Augenmerk auf *Forderungen aus der Praxis an die zukünftige Forschung* richten - in Verbindung mit einer Demonstration der Nützlichkeit der Elementaranalyse menschlicher Informationsverarbeitung.

In Vor- und Nachbereitung einer solchen Veranstaltung könnte es interessant und nützlich sein, zu versuchen, Modell- und Untersuchungsansätze und deren Ergebnisse mit Bezug zu ihrer Praxisrelevanz zu einer *Systematik* zusammenzustellen. *Ziel der Erstellung, Analyse, Diskussion und Weiterentwicklung* einer solchen Systematik müsste es sein, empirisch fundierte Anregungen für die Gestaltung von Kognitionstechnologien zu erhalten – oder besser: zu erarbeiten.

3.2 Systematisierung

Wie könnte eine erste Systematik (Matrix) aussehen und in welcher Weise könnte sie für die weitere Bearbeitung des Komplexes „Kognitionstechnologien“ von Nutzen sein?

Die *Aspekte* einer Systematisierung sollten auf der einen Seite formalisierte und experimentell nachgewiesene *psychologische Gesetzmäßigkeiten* in der menschlichen Informationsverarbeitung sein und auf der anderen Seite *Praxisfelder* - ausgedrückt in Anwendungen und Anwendungsmöglichkeiten dieser Gesetzmäßigkeiten, und insbesondere auch in Forderungen der Praxis an die Grundlagenforschung. Bei interdisziplinären Untersuchungen ist der Beitrag der einzelnen Disziplinen, wie z.B. der Neurowissenschaften oder der Biochemie, auszuweisen.

Eine solche Systematisierung – verbunden mit einer konstruktiv-kritischen Analyse und interdisziplinären Diskussion - könnte ein Versuch sein, *systematisch* sowohl von Seiten der *Grundlagenforschung* als auch von Seiten der *Praxis* an die Frage nach praktisch bedeutsamen Prinzipien der menschlichen Informationsverarbeitung für die Gestaltung von Kognitionstechnologien heranzugehen und *dabei aufeinander zuzugehen*. Damit in Verbindung wäre es nützlich, Modelle der Künstlichen Intelligenz und der Kognitionswissenschaft mit einzubeziehen.

Die Systematik müsste schrittweise verbessert werden, indem sie immer aussagekräftiger wird. So könnte ein weiterer Schritt in dem Versuch bestehen, ein *hierarchisches System von Teil-Systematiken* experimentell belegter Zusammenhänge zu erstellen – ausgehend z.B. von *Prinzipien* auf einer hohen Abstraktionsebene über *Strukturen* und *Funktionen* bis hinunter zu *Konstanten*.

Von besonderer Bedeutung sowohl für den Erkenntnisgewinn als auch für die Gestaltung von Kognitionstechnologien in unterschiedlichen Praxisbereichen sind *generelle Prinzipien* der menschlichen Informationsverarbeitung, d.h. Prinzipien, die bei der Bewältigung unterschiedlicher Anforderungen, bei unterschiedlichem Vorwissen, in verschiedenen Phasen eines Lernprozesses oder auch in unterschiedlichen Kulturkreisen in *gleicher oder zumindest analoger Weise* wirksam sind – obwohl ihre konkreten Erscheinungsformen dabei ganz unterschiedlich sein können.

Bei der Suche nach solchen Prinzipien wird die Frage nach *invarianten* Eigenschaften des menschlichen Verstandes gegenüber Anforderungswechsel gestellt. Friedhart Klix widmete dieser Frage seine Aufmerksamkeit und schreibt dazu in der Einleitung zu seinem Buch „*Die Natur des Verstandes*“ (1992, S. 20):

„*Das (Auftreten von „Grundmustern geistiger Gebilde und Vorgänge“)* wird in vielen Beispielen deutlich, und es nährt den Verdacht, daß hinter dieser Vielfalt geistiger Phänomene relativ wenige, vermutlich einfach und klar ausdrückbare Grundgesetze stecken, die heute noch niemand kennt, die aber ein verlockendes Ziel für eine Psychologie geistiger Prozesse im nächsten Jahrhundert werden könnten. Wer dies als Erster erahnt haben mag, war wohl Descartes, als er schrieb: `Das Menschliche Denkvermögen bleibt immer ein und dasselbe, wenn es sich auch den verschiedensten Gegenständen zuwendet, und es erfährt durch ihre Verschiedenartigkeit ebenso wenig eine Veränderung wie das Sonnenlicht durch die Mannigfaltigkeit der Gegenstände, die es bestrahlt`“.

Ein Beispiel für ein Prinzip, das bei der Bewältigung unterschiedlicher Anforderungen gleichsam wirkt, ist das *Prinzip der kognitiven Ökonomie* (Klix, 1992). Es äußert sich in der Reduktion der Komplexität von Struktur und Prozess (in unterschiedlichen Konkretisierungen!) und ist auf der Basis des kognitiven Aufwandes formalisierbar und experimentell nachgewiesen worden (vgl. z.B. Krause, Seifert & Sommerfeld, 1986; Sommerfeld, 1994, 2009; Kotkamp, 1999; Krause, 2000).

Mit Bezug zu Basiskomponenten des Denkens geht Werner Krause in seinem Vortrag auf personen- bzw. gruppenspezifische Kenngrößen kognitiver Strukturen und Prozesse ein und weist auf Möglichkeiten hin, auf dieser Grundlage neue Messgrößen für geistige Leistungen zu bestimmen, die für Diagnostik und Intervention von Bedeutung sind (Krause, 2000, 2011). Gerd Lüer und Uta Lass demonstrieren den Einfluss kultureller Faktoren auf Kapazitätsgrenzen der menschlichen Informationsverarbeitung, die als Invarianten konzipiert wurden. Sie nehmen Bezug zu Anpassungsstrategien in der Biologie, bei denen es erst auf hohen Abstraktionsstufen gelingt, invariante Prinzipien aufzudecken und betonen die

Notwendigkeit, adaptive Eigenschaften des Menschen stärker zu berücksichtigen (Lüer & Lass, 2000, 2011).

Auf Bedingungen und Formen kognitiven Lernens geht Bodo Krause in seinem Beitrag ein (Krause, 2011).

Möglicherweise könnte mit der Erarbeitung einer Hierarchie von Teil-Systematiken genereller Prinzipien der menschlichen Informationsverarbeitung - zusammen mit ihren strukturellen und funktionalen Abhängigkeiten und ihren konkreten Erscheinungsformen in Abhängigkeit von der Anforderung, vom Vorwissen, vom Lernstadium und von weiteren Einflussgrößen - eine Basis für weitere konstruktiv-kritische interdisziplinäre Diskussionen zur Thematik „Kognitionstechnologien“ geschaffen werden.

Im Zusammenhang mit Forderungen aus der Praxis an die zukünftige Forschung wären damit auch Ansatzpunkte geschaffen für das Aufzeigen gegenwärtig nicht lösbarer Probleme. Dadurch wiederum könnte die Formulierung und Bearbeitung neuer praxisrelevanter transdisziplinärer Problemstellungen angeregt werden – als ein Beitrag für die Gestaltung von Kognitionstechnologien, die in unterschiedlichen Praxisfeldern von Bedeutung sind.

Literatur

Attneave, F. (1959) *Applications of Information Theory in Psychology*. New York: Holt and Company.

Attneave, F. (1965) *Informationstheorie in der Psychologie*. Bern: Huber.

Fleischer, L.-G. (2011) Kognitionstechnologien als emerging technologies – Ein Interpretationsversuch. Vortrag *12th Leibniz Conference of Advanced Science „Kognitionstechnologien 2011“*. Berlin 2011.

Gundlach, W. & Schulz, G. (1987) Kognitive und kommunikative Komponenten des Problemlösens in kleinen Gruppen. *Psychologie für die Praxis*, 4, 350-368.

Grunwald, M. (2009) Haptikforschung – Schnittstelle zwischen Allgemeiner und Klinischer Psychologie. *Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin*, 101. Berlin: trafo Verlag, 73-91.

Heinrich, F. (2004) *Strategische Flexibilität beim Lösen mathematischer Probleme*. Hamburg: Kovac.

Kämpf, U. (2009) Spielen statt Schielen: Von der Theorie der visuellen Informationsverarbeitung zur Praxis computergestützten Sehtrainings. *Leibniz intern*, 42. Berlin: Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin, 8.

Klix, F. (1960) Figurale Dynamik und Informationstheorie. *Bericht über den 16. Internationalen Kongreß für Psychologie*. Bonn 1960.

Klix, F. (1969) Über Zusammenhänge zwischen Struktur und Dynamik der Informationsverarbeitung beim Menschen. In: Siebenbrodt, J. (Hrsg). *Bericht über den 2. Kongreß der Gesellschaft für Psychologie der DDR*. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 24-53.

Klix, F. (1971) *Information und Verhalten*. Berlin: DVW.

Klix, F. (1980) Informationsbegriff und Informationstheorie in der Psychologie.

Methodologische Betrachtungen über Grenzen und Möglichkeiten. *Deutsche Zeitschrift für Philosophie*, 4, 405-419.

Klix, F. (1983) Begabungsforschung – ein neuer Weg in der kognitiven Intelligenzdiagnostik. *Zeitschrift für Psychologie*, 191, 360-387.

Klix, F. (1992) *Die Natur des Verstandes*. Göttingen, Toronto: Hogrefe.

Klix, F. (1993) *Erwachendes Denken*. Heidelberg: Spektrum.

- Klix, F. (2004) Information in Evolution und Geschichte. In: Krause, B. & Krause, W. (Hrsg.) *Psychologie im Kontext der Naturwissenschaften. Festschrift für Friedhart Klix zum 75. Geburtstag. Abhandlungen der Leibniz-Sozietät, Bd. 12*. Berlin: trafo verlag, 27-41.
- Klix, F., Kukla, F. & Klein, R. (1976) Über die Unterscheidbarkeit von Klassensemantischer Relationen im menschlichen Gedächtnis. In: Klix, F. (Hrsg.) *Psychologische Beiträge zur Analyse kognitiver Prozesse*. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 302-314.
- Kotkamp, U. (1999) *Elementares und komplexes Problemlösen. Über Invarianzeigenschaften von Denkprozessen*. Lengerich: Pabst.
- Krause, B. (2011) Bedingungen und Formen kognitiven Lernens. Vortrag *12th Leibniz Conference of Advanced Science „Kognitionstechnologien 2011“*. Berlin 2011.
- Krause, W. (2000) *Denken und Gedächtnis aus naturwissenschaftlicher Sicht*. Göttingen, Toronto: Hogrefe.
- Krause, W. (2011) Neue Messgrößen für geistige Prozesse und Leistungen aus der Elementaranalyse der menschlichen Informationsverarbeitung. Vortrag *12th Leibniz Conference of Advanced Science „Kognitionstechnologien 2011“*. Berlin 2011.
- Krause, W. & Mirtschink, P. (1983) Schizophrene Denkstörungen – Identifikation von Parametern aus Schlußprozessen für eine rechnergestützte Diagnosefindung in der psychiatrischen Diagnostik. Teil I. *Zeitschrift für Psychologie, 194*, 411-441.
- Krause, W. & Mirtschink, P. (1983) Schizophrene Denkstörungen – Identifikation von Parametern aus Schlußprozessen für eine rechnergestützte Diagnosefindung in der psychiatrischen Diagnostik. Teil II. *Zeitschrift für Psychologie, 195*, 29-38.
- Krause, W., Seifert, R. & Sommerfeld, E. (1986) Effective cognitive structures in simple problem solving. In: Klix, F. & Hagendorf, H. (Eds.) *Human Memory and Cognitive Capabilities. Mechanisms and Performances*. Amsterdam: North Holland, 1001-1016.
- Krause, W. & Sommerfeld, E. (2011) *Vorschlag für eine LIFIS-Konferenz „Menschliche Informationsverarbeitung – Applikation und Perspektiven“*. Berlin: Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin.
- Lomow, B. (1964) *Ingenieurpsychologie*. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Lüer, G. & Lass, U. (2000) Was erklärt die Varianz sogenannter psychischer Invarianten? Der Wandel von psychophysischer Konstanz zu psychobiologischer Adaptivität. *Zeitschrift für Psychologie, 208 (2000)*, 340-356.
- Lüer, G. & Lass, U. (2011) Das Problem kognitiver Invarianten bei der Diagnose geistiger Leistungen. Vortrag *12th Leibniz Conference of Advanced Science „Kognitionstechnologien 2011“*. Berlin 2011.
- Mittenecker, E. & Raab, E. (1973) *Informationspsychologie für Psychologen*. Göttingen: Hogrefe.
- Newell, A. & Simon, H.A. (1972) *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Rothe, H.-J. (2011) Das Wort-Assoziations-Experiment als wissensdiagnostische Methode. *Leibniz intern, 52*. Berlin: Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin, 11.
- Sanders, A.F. (1971) *Psychologie der Informationsverarbeitung*. Bern: Huber.
- Schimming, R. & Hörz, H. (2009) Prinzipien der Physik. *Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin, 101*. Berlin: trafo Verlag, 111-133.
- Sommerfeld, E. (1972) Heuristische Regeln für das Problem der Schnittstellenminimierung beim Entwurf von Leiterplatten. In: Klix, F., Krause, W. & Sydow, H. (Eds.) *Analyse und Synthese von Problemlösungsprozessen*. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 160-177.
- Sommerfeld, E. (1994) *Kognitive Strukturen*. Münster, New York: Waxmann.
- Sommerfeld, E. (2009) Aufklärung von Basisprozessen menschlicher Informationsverarbeitung. Ein systematischer Zugang durch Elementaranalyse von

- Denkprozessen bei der Lösung von Ordnungsproblemen? *Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin, 101*. Berlin: trafo Verlag, 93-110.
- Sommerfeld, E., Hörz, H. & Krause, W. (Hrsg.) (2010) *Einfachheit als Wirk-, Erkenntnis- und Gestaltungsprinzip*. *Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin, 101*. Berlin: trafo Verlag.
- Sprung, L. & Sprung, H. (2010) *Eine kurze Geschichte der Psychologie und ihrer Methoden*. München, Wien: Profil Verlag
- Sydow, H. & Meincke, J. (1994) *Berliner Programm zur Förderung des Denkens und der Wahrnehmung von drei- bis sechsjährigen Kindern*. Simbach/Inn: ZAK GmbH.
- Timpe, K.-P. (1969). Grundlagen und Forschungsrichtungen der Ingenieurpsychologie beim Übergang zur Komplexautomatisierung. In: Siebenbrodt, J. (Hrsg.) *Bericht über den 2. Kongreß der Gesellschaft für Psychologie der DDR*. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 54-65.
- Timpe, K.-P. & Rothe, H.-J. (1999) Mensch-Maschine-Systeme. In: Graf Hoyos, C. & Frey, D. (Hrsg.) *Arbeits- und Organisationspsychologie*. München, Weinheim: Psychologie Verlags Union, 279-297.
- Unger, S. & Wysotzki, F. (1980). *Lernfähige Klassifizierungsprozesse*. Berlin: Akademie-Verlag.
- Ziefle, M., Schroeder, U., Strenk, J. & Michel, T. (2007) How young and older users master the use of hyperlinks in small screen devices. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'07) 2007: ACM*, 307-316.