

# BEDINGUNGEN UND FORMEN KOGNITIVEN LERNENS

## BODO KRAUSE (BERLIN)

---

### Gliederung:

1. Ausgangspunkt
2. Zur Spezifik kognitiven Lernens
3. Formen kognitiven Lernens
4. Kognitives Lernen im Rahmen von Kognitionstechnologien
5. Fazit
6. Literatur

12 th Leibniz Conference of Advanced Sciences  
„Kognitionstechnologien 2011- Theorie und Praxis“  
Berlin, am 7.12.2011

# 1. AUSGANGSPUNKT

---

- ✘ „Mit Lernen bezeichnen wir danach jede umgebungs-bezogene Verhaltensveränderung, die als Folge einer individuellen (systemeigenen) Informationsverarbeitung eintritt.“ (Klix 1971, S. 347).
- ✘ Klix betont dabei drei wesentliche Eigenschaften dieses Lernbegriffs:
  - *die Abgrenzung von artspezifischen phylogenetisch vorgeformten Verarbeitungsleistungen,*
  - *den notwendigen Umgebungsbezug und*
  - *die aus der Informationsverarbeitung resultierende Verhaltensänderung.*
- ✘ „Lernen besteht in der Ausbildung oder Korrektur von individuellem Gedächtnisbesitz.“ (Klix 1971, S. 348).

## 2. ZUR SPEZIFIK KOGNITIVEN LERNENS

---

- ✘ „The result of a cognitive learning step is a generalized knowledge structure that includes elements which are not confirmed by behavioural feedback and which are of relevance for future behaviour.“ (Krause 1993, S. 231).
- ✘ Klix, Krause u.a. (1989) präzisieren: „ We define *cognitive learning* as a *feedback-free change of knowledge organisation*, due to internal information processing. Cognitive learning can change large amounts of well-arranged old knowledge bodies through local information extraction.“ (S. 26).
- ✘ **Wurzeln (“roots”) des menschlichen Wissens** sind:
  - die persönliche Erfahrung,
  - Instruktionen und sprachliche Kommunikation
  - „knowledge due to man´s own thought i.e. due to inference or reasoning, and the recognition of relations or contradictions between memory units“ (Klix 1989, S. 321).

### 3. FORMEN KOGNITIVEN LERNENS

---

Die obige Charakteristik des kognitiven Lernens hebt **zwei Grundmerkmale** hervor:

- ✘ kognitives Lernen entsteht als **Resultat interner Informationsverarbeitungsprozesse** und bewirkt **Modifikationen des Gedächtnisbesitzes**, und
- ✘ kognitive Lernschritte, genauer die Modifikationen des Gedächtnisbesitzes, erfolgen **im Wesentlichen rückmeldungsfrei** und begründen einen **potentiellen Verhaltensvorteil**.

# FORMEN KOGNITIVEN LERNENS

---

## Grundformen kognitiven Lernens:

- ✘ *Lernen durch Inferenzen oder Reasoning*, also das Erkennen und nutzen von induktiven Lernschritten, von rekursiven Zusammenhängen, von seriellen Zusammenhängen (z.B. von Wiederholungen/Rhythmen oder Symmetrien im Zeitablauf), analoges und fall-basiertes Schließen.
- ✘ *Lernen durch Abstraktion oder Generalisierung*, also Formen der Generalisierung von Merkmalen, Begriffen oder Beispielen, wie die Generalisierung auf Merkmalsdimensionen, die Generalisierung auf Merkmals- oder Begriffsstrukturen, insbesondere hierarchischer Strukturierungen mit Oberbegriffen. (vgl. auch Einstein, 1921)
- ✘ *Lernen aus Fehlern und/oder Widersprüchen*, also die interne Verarbeitung von Misserfolgen in der Handlungsregulation, die zu modifiziertem Gedächtnisbesitz führt.
- ✘ *Lernen durch Vergessen*, das als kognitiver Lernschritt ebenfalls Veränderungen am Gedächtnisbesitz bewirken kann.

## 4. KOGNITIVES LERNEN IM RAHMEN VON KOGNITIONSTECHNOLOGIEN

---

Zur Rolle von menschlicher und künstlicher Informationsverarbeitung im Rahmen von Kognitionstechnologien:

a) Information wird in unterschiedlichen Zusammenhängen diskutiert. Klix (1971) hat die Bedeutung dieses Begriffs im Zusammenhang mit dem Verhalten dargestellt und die Bedeutung von Information für die menschliche Verhaltens-regulation umfassend begründet. Es verbleibt folgende Besonderheiten festzuhalten:

- *Information existiert nicht objektiv*, sondern ist immer an einen Träger gebunden, der die Bedeutungszuordnung herstellt, d.h. erst durch den Träger entsteht der Informationscharakter.

# KOGNITIVES LERNEN IM RAHMEN VON KOGNITIONSTECHNOLOGIEN

- Information wird vorwiegend durch *binäre Kodierungen* und dann in der Maßeinheit BIT gekennzeichnet. Für natürliche Informationsverarbeitungsprozesse ist dies eine Einschränkung, die für natürliche Prozesse insofern problematisch ist, als *menschliche Informationen häufig im Sinne der mehrwertigen Logik* auftritt. Bredenkamp (1986) führt aus, dass Formen der dreiwertigen Logik für psychologische Informationsverarbeitungsprozesse bedeutsam sind. Dies ist eine Aufweichung des Konzeptes des „Tertium non datur“, d.h. der Annahme, dass Menschen die Kategorieng Zugehörigkeit nicht mit absoluter Sicherheit entscheiden. Für Anforderungen dieses Typ zeigte Bredenkamp auch, dass er der Ausbildung unscharfer Begriffe entspricht und auf dem Regellernen basiert.

Modellzugang durch Theorie der fuzzy sets (Zadeh 1965 )

# KOGNITIVES LERNEN IM RAHMEN VON KOGNITIONSTECHNOLOGIEN

---

b) In Bezug auf künstliche Intelligenz erscheinen folgende **Besonderheiten für die natürliche Intelligenz** bedeutsam:

- die Erzeugung effektiver Lösungen unter den Bedingungen beschränkter Ressourcen (Speicherkapazität, Verarbeitungsgeschwindigkeit),
- die Adaptivität an sich verändernde Umwelten, auch durch Nutzung der Umgangssprache (vgl. Beitrag von Dörner)
- die Rolle von Motiven und Emotionen als „Katalysatoren des Handelns“ (Klix, 1971)
- die Wirkung sozialer Herausforderungen (Klix, 1995, S.26) (vgl. auch Dörner u.a. (1983))
- letztendlich auch die Rückwirkung von Erfolg/Misserfolg auf Motive und Emotionen, (vgl. auch Dörner, 1989)
- die Wirkung von Vergessensprozessen.



# KOGNITIVES LERNEN IM RAHMEN VON KOGNITIONSTECHNOLOGIEN

---

Lernformen im Rahmen der künstlichen Intelligenz:

- in neuronalen Netzen bevorzugte Strategien wie das "error-back propagation" oder das simulierte „annealing“; beide Formen setzen Lernserien (Trainingsmengen) voraus und korrigieren aus diesen Lernbeispielen die innere Struktur im Sinne der Fehlervermeidung oder der Selbstorganisation durch das „Abkühlen“ zu einem Entropieminimum. Dies sind keine Formen, die dem kognitiven Lernen entsprechen.
- in Produktionssystemen können kognitive Lernschritte modelliert werden, z.B. dann, wenn die if-then-Regeln bzgl. gleicher Konklusionen in den Prämissen generalisiert werden. Auch Formen des fallbasierten Schließens ermöglichen potentielle Verhaltensvorteile, die dem analogen Schließen entsprechen
- aber Dörner in seinem Beitrag: sie sind nicht intelligent im Sinne des „Ausdenkens“ von Methoden zur Zielerreichung.

# KOGNITIVES LERNEN IM RAHMEN VON KOGNITIONSTECHNOLOGIEN

- natürlich können auch Systeme der künstlichen Intelligenz lernfähig sein. Ein Begriff wie kognitives Lernen ist in diesem Kontext nicht gebräuchlich. Es ist auch vernünftig, hier abgrenzend von maschinellern Lernen zu sprechen.
- Systeme der künstlichen Intelligenz sind informationsverarbeitende Systeme mit Informationsaufnahme, -speicherung und -verarbeitung; aber keine Modelle des menschlichen Informationsverarbeitungsprozesses. Was Systeme der künstlichen Intelligenz leisten, kann in Leistungsparametern ausgedrückt werden und ist häufig der Leistung natürlicher Systeme überlegen, insbesondere beim Durchsuchen großer Problemräume. Sie sind jedoch keine Modelle menschlicher Informationsverarbeitung sondern Systeme, die vergleichbare Leistungen zu erbringen suchen.
- Letzteres wird auch nicht behauptet und der Turing-Test ist das Paradebeispiel dafür, menschliches und künstliches Verhalten miteinander zu vergleichen. Man könnte sagen, dass das Ergebnis des Turing-Tests ein Maß dafür ist, wie gut künstliche Verhaltensleistungen mit natürlichen Verhaltensleistungen übereinstimmen, im methodischen Sinne ist dies ein Test für die Anpassungsgüte.

# KOGNITIVES LERNEN IM RAHMEN VON KOGNITIONSTECHNOLOGIEN

---

- c) Die Überlegenheit der natürlichen Intelligenz bezieht sich auf folgende Aspekte:
- die *Selektivität der Informationsaufnahme*. (So konnte schon de Groot (1966) zeigen, dass Schachmeister real entstandene Spielstellungen viel besser memorieren als Laien. Dieser Vorteil hebt sich jedoch auf, wenn die Schachfiguren zufällig auf dem Schachbrett angeordnet sind.)
  - die *Rationalität der Informationsverarbeitung* einschließlich des Vergessens,
  - die kognitive Leistungsfähigkeit zur *Strukturbildung und Abstraktion*
  - die Ausbildung *zielführender Heuristiken*
  - die Katalysatorenwirkung von *Motiven und Emotionen*
  - die *Nutzung der Sprache* als Kommunikations- und effektives Speichermedium von Wissen (vgl. Beitrag von Dörner).

## 5. FAZIT

---

Für kognitives Lernen lassen sich damit im Rahmen von Kognitionstechnologien folgende Aspekte ableiten:

a) *kognitives Lernen ist elementarer und essentieller Baustein des „menschlichen Faktors“* bei der Gestaltung von Mensch-Technik-Systemen mit dem von Fleischer eingangs charakterisierten „... hohen und wachsenden Stellenwert, weil er typische psychische, kognitive und soziale Eigenschaften des Menschen ... in die sozio-technischen Konstrukte einbringt“.

## 5. FAZIT

---

b) die große Variabilität kognitiver Lernformen macht deutlich, dass kognitives Lernen im Rahmen des gesamten diskutierten Bedingungsgefüges der Mensch-Technik-Interaktion auftritt und rückmeldungsfrei Gedächtnisbesitz hervorruft, der dann im Sinne von Wissen in Kognitions-technologien wirksam wird. Daran sind ausschließlich Prozesse der internen Informationsverarbeitung beteiligt. Es wäre ein großer Gewinn, wenn es gelänge, diese Prozesse im Sinne effizienter Interaktionslösungen, also einer effizienten Rolle der Nutzer, zu triggern und durch Nutzung der potentiellen Einflüsse zu optimieren.

## 5. FAZIT

c) wichtig erscheint es auch im Sinne klassischer Entscheidungs-theorien zwischen einem theoretischen und einem psychologischen Informationsbegriff zu unterscheiden. Für menschliches Entscheidungsverhalten bleibt eine Begrenzung auf die zweiwertige Aussagenlogik zu restriktiv. Dies gilt dann wohl auch für das kognitive Lernen, dessen potentielle Lernergebnisse eben nicht nur „wahr“ oder „falsch“ sein können, sondern vielleicht auch nur „möglich“ erscheinen. Eine Berücksichtigung dieser Unbestimmtheit würde dem Einfluss des menschlichen Faktors in Kognitionstechnologien wahrscheinlich angemessen sein und auch manche Katastrophe, die man als menschliches Versagen kennzeichnet, in ihrer Entstehung nachzeichnen lassen. (vgl. dazu auch Dörner, 1989).

Prototypisch für diese Aspekte des kognitiven Lernens in Kognitionstechnologien sind die Entwicklungen von Assistenzsystemen gelten, die das Ziel haben, die Mensch-Technik-Interaktion unter den Bedingungen der menschlichen Fähigkeitsrestriktionen und ihrer potentiellen Möglichkeiten und Lernfähigkeiten zu optimieren.

## 6. LITERATUR

- ✘ Aristoteles (1986). Werke in deutscher Übersetzung. Band 13: Über die Seele. Akademie Verlag: Berlin.
- ✘ Bredenkamp, J. (1986). Die Unterscheidung verschiedener Begriffsarten unter besonderer Berücksichtigung einer dreiwertigen Logik. Sprache & Kognition 3, 155-162.
- ✘ de Groot, A. C. (1966). Perception and memory versus thought. Some old ideas and recent findings. In: Kleinmuntz, B. (Hrsg.). Problem solving. 19-50. Wiley: New York.
- ✘ Dörner, D., Kreuzig, H. W., Reither, F. und Stäudel, Th. (1983). Lohhausen: Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität. Huber: Bern.
- ✘ Dörner, D. (1989). Die Logik des Misslingens. Rowohlt: Reinbek.
- ✘ Einstein, A. (1921). Geometrie und Erfahrung. Springer: Berlin.
- ✘ Klix, F. (1971). Information und Verhalten. Deutscher Verlag der Wissenschaften: Berlin
- ✘ Klix, F. (1989). Concepts, Interference and cognitive learning: Towards a computer model of human active memory. In: Klix, F., Streitz, N. A., Waern, Y und Wandke, H (Eds). Man-computer interaction research MACINTER-II, 321-336. Elsevier Science Publishers: North-Holland
- ✘ Klix, F., Krause, B., Hagendorf, H., Schindler, R. und Wandke, H. (1989). Psychological problems concerning the lay-out of human-computer interaction: A challenge to research in cognitive psychology. In: Klix, F., Streitz, N. A., Waern, Y und Wandke, H (Eds). Man-computer interaction research MACINTER-II, 3-29. Elsevier Science Publishers: North-Holland
- ✘ Klix, F. (1995). Stabilität und Wandlungen in geistigen Dispositionen des Menschen. Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät 2, 5-40.

# LITERATUR

- ✘ Köhler, W. (1918). Nachweis einfacher Strukturfunktionen beim Schimpansen und beim Haushuhn. Über eine neue Methode zur Untersuchung des bunten Farbensystems. Abhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematische Klasse.
- ✘ Krause, B. (1991). Components of cognitive learning. Z. Psychol. 199, 35-44.
- ✘ Krause, B. (1992). Kognitives Lernen - Ansätze und experimentelle Befunde. Z. Psychol. 200, 199-223.
- ✘ Krause, B. (1993). Cognitive Learning. An experiment-based approach. In: Steyer, R., Wender, K. F. und Widamann, K. F. (Eds). Psychometric Methodology. Proceedings of the 7th European Meeting of the Psychometric Society in Trier (231-236). Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, New York
- ✘ Krause, B. (1994). Modeling cognitive learning steps. In: Brzezinski, J. (ed.) Probability in theory-building. Rodopi: Amsterdam, Atlanta, GA.
- ✘ Krause B. und Gauger, U. (1996). Learning and use of invariances: Experiments and network simulation. In: J. Brzezinski, B. Krause, T. Maruszewski (Hrsg.) Idealization in Psychology. Rodopi: Amsterdam, Atlanta, GA.
- ✘ Krause, B. und Gauger, U. (1999). Erkennen logischer Regeln durch Mensch und Rechner. Vortrag bei den Neupoldsmühlern Gesprächen, durchgeführt vom Lehrstuhl Allgemeine Psychologie der Universität Jena.
- ✘ Krause, B. und Beyer, L. (2006). New approaches in modelling cognitive processes. In: Witruk, E. und Lander, H.J. (Hrsg.). Kognitionspsychologische Analysen von Gedächtnisprozessen. Shaker Verlag: Aachen.
- ✘ Zadeh, Lotfi A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control. 8, 338-353