

## Informon — ein bewußter Baustein des Bewußtseins<sup>1</sup>

Anton P. ŽELEZNIKAR, Ljubljana (SLO)

### 1. Einführung in die Philosophie des Informons

Das Informon ist ein neuer Begriff für die Komplexität eines bewußten Seienden. Jedes Informon ist als eine informationelle Entität mit eigenem Bewußtsein beschafft. Ein individuelles Bewußtsein ist aus Informonen zusammengesetzt. Ein Informon ist im gegebenen Bewußtsein informationell verteilt und damit auch mehr oder weniger in anderen Informonen anwesend. Das Bewußtsein ist nichts anderes als ein informationelles Überlappen der Informonen und selbst ein Informon.

Die Komplexität der Bestandteile eines Systems spielt eine entscheidende Rolle in der Eigenschaft bewußt zu sein. Ein bewußtes System oder Untersystem muß eine kritische Komplexität erreichen. Beim menschlichen Bewußtsein erreicht die Komplexität eine Anzahl von ungefähr  $10^{15}$  Synapsen bei  $10^{12}$  Neuronen. Diese Anzahl liegt bereits ober der kritischen Grenze des Auftretens des Bewußtseins. Die synaptische Komplexität bildet sich mit dem Lernen des Gehirnsystems heraus, ebenso bilden sich zusätzliche Neuronen unter dem Druck des neuen Erlernens auf. Die sogenannte von der Entwicklungszeit abhängige Lernkurve  $\curvearrowright$  und von der Komplexität abhängige Stufenkurve des Bewußtseins  $\curvearrowleft$  sind gegenseitig abhängig. Die charakteristischen

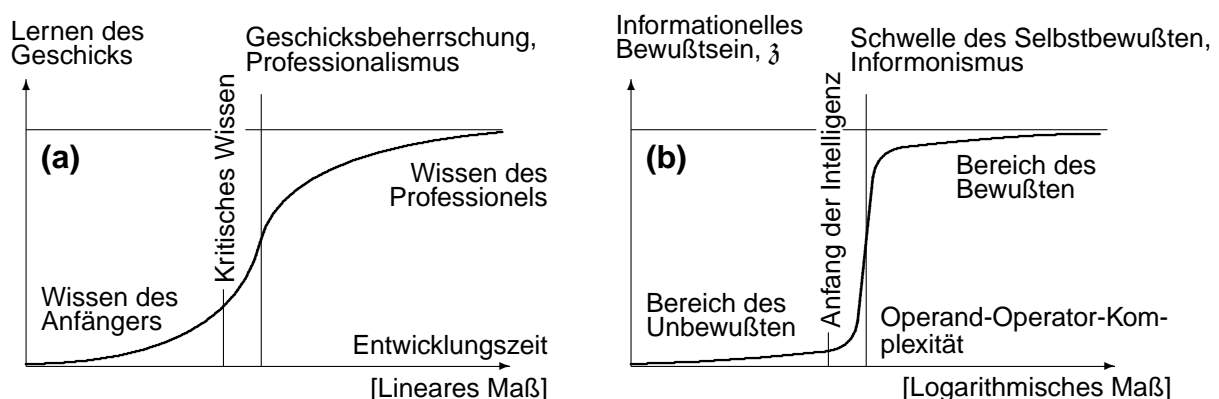


Bild 1: (a) Die exponentielle Beschleunigung des Wissens durchs Lernen versus Entwicklungszeit (Kurzweil, 1999, S. 34, Lernkurve  $\curvearrowright$ ) und (b) die Stufenkurve  $\curvearrowleft$  des Entstehens des informationellen Bewußtseins versus Operand-Operator-Komplexität (Buttazzo, 2001).

Kurven des Lernens und Bewußtseins sind im Bild 1 dargestellt.

<sup>1</sup>Der Grundriß, des hier dargestellten Begriffs von Informon, wurde in verschiedene Kapiteln der Studie *Introduction to Artificial Consciousness* im März, 2002 niedergeschrieben (Železnikar, 2002).

Die Frage nach dem künstlichen Bewußtsein scheint lediglich ein Problem der Entwicklungszeit zu sein, wenn die Komplexität auf eine genügende Anzahl von physikalischen (Silizium-, Quantum-) Komponenten, Verbindungsmitteln und Arbeitsgeschwindigkeit (Operationen per Sekunde) im Computer anwachsen wird, was in den nächsten 30 oder 40 Jahren sicher geschehen soll. Die radikalste Voraussage kommt vom Robotiker Hans Moravec (Moravec, 1999) mit der Behauptung, daß die Maschinen die Ebene der menschlichen Intelligenz im Jahre 2040 erreichen werden und im Jahre 2050 schon wesentlich übertreffen werden. Ähnlicher Meinung ist auch Kurzweil (1999; siehe Part Three, To face the future), der die Computerkomplexität im Jahre 2029 auf 1000 Menschengehirne abschätzt, mit  $2 \cdot 10^{19}$  Kalkulationen per Sekunde. Im Lichte dieser Voraussagen wird die Frage nach der Komplexität ein zentrales Problem in der Realisierung von künstlich bewußten Entitäten werden — also eine Frage der theoretischen und praktischer Implementierung des Informons.

## 2. Zur sprachlichen und formellen Definition des Informons

Was kann man intuitiv über die Konstitution des Informons mit einfachen Worten sagen? Am Anfang besteht nur eine Benennung des Informons  $\underline{\alpha}$  — sein Name  $\alpha$ . Der Name ist ein Hauptwort oder eine Hauptwortphrase in einer der Natursprachen, mit welcher man den Namen sprachlich beschreiben kann (z. B. in einem Wörterbuch, Lexikon, Fachbuch). Dem benannten Informon soll nun eine universälle Anfangsstruktur gegeben sein, die eine intentionale, gegenintentionale und bewertende (informationell einsetzende) Organisation darstellt, die sich mit verschiedenen Anknüpfungen weiterentwickeln kann, das bedeutet, emergent oder entstehend wirkt. Diese Anfangsstruktur nennen wir die Informonshülle.

Wie ist die Anfangsstruktur des Informons bestimmt? Die innere Struktur des Informons — die sogenannte Informonshülle — muß auch selbst von dem informonischen Gesichtspunkt verstanden werden. Dies bedeutet, daß die Komponenten der Hülle ebenso Informone sind. Welche Informonskomponenten sind da vorgesehen? Vom welchen Basisphilosophie gehen wir aus? In Železnikar (1998, S. 172) wurde eine standardisierte Form des  $\alpha$ -Metaphysikalismus mit dem dreiteiligen Informationsgraphen, bestehend aus dem intentionalen Informieren  $\mathfrak{I}_\alpha$  und  $i_\alpha$ , intentionalen Gegeninformieren  $\mathfrak{C}_\alpha$  und  $c_\alpha$  und intentionalen informationalen Einschließen  $\mathfrak{E}_\alpha$  und  $e_\alpha$ , dargestellt. Solch ein Graph sichert ein intentionales Informieren der Entität  $\alpha$  zu, sowie die Entstehung einer Gegeninformation, und zunächst die Bewertung und das informationelle Einschließen der entstandenen Information in das informationelle Leib der Entität.

Das Informon stellt eine weitere Generalisierung des beschriebenen Konzepts dar. Drei zum betrachteten metaphysikalistischen Konzept verwandte Informonskomponenten treten auf, und zwar ein intentional informierendes Informon  $\underline{\mathcal{I}}_\alpha$ , ein intentional gegeninformierendes Informon  $\underline{\mathcal{C}}_\alpha$  und ein intentional informationseinschließendes Informon  $\underline{\mathcal{E}}_\alpha$ . Diese innere Informone des Informons  $\underline{\alpha}$  sind zyklisch gegeneinander und nach außen verbunden, um ihre Informonsfunktion im vollen Maße zu realisieren. Das Informon  $\underline{\alpha}$  wird als ein lokales Informon begriffen, das nun mit dem Ausdruck

$$\underline{\alpha} \rightleftharpoons \underline{\alpha} \left[ \alpha, \underline{\mathcal{I}}_\alpha, \underline{\mathcal{C}}_\alpha, \underline{\mathcal{E}}_\alpha \right]$$

formell und symbolisch beschrieben und im Bild 2 graphisch repräsentiert ist. So ein

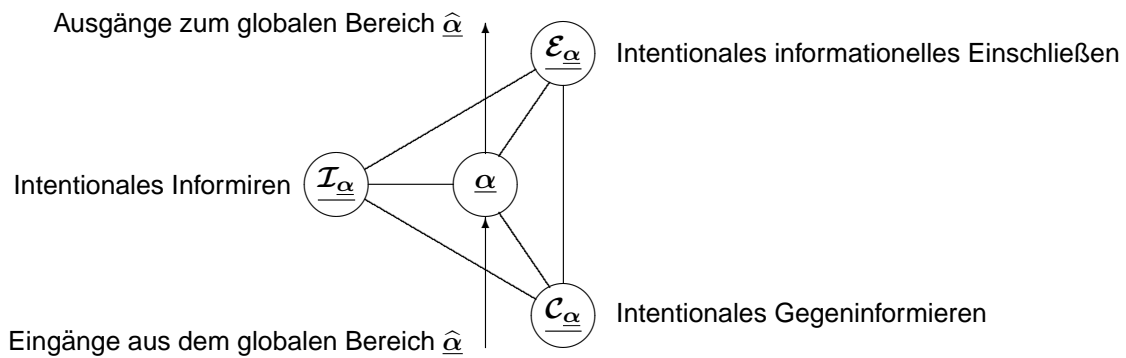


Bild 2: Die mögliche Graphenstruktur des Informons stellt eine maximale biserielle Form dar, auch bizirkuläre informonische Supervention genannt (siehe “informational supervenience” in Železnikar 2002).

Informon informiert in einer lokalen Umgebung, z. B. im individuellen Gehirn. Das Wissen, das die gesamte bekannte Welt umfaßt, d. i. andere Gehirne, Orten und Zeiten, wird als ein globales Informon  $\hat{\alpha}$  begriffen. Für das globale Informon gilt es folglich

$$\hat{\alpha} \rightleftharpoons \hat{\alpha} \left[ \alpha, \underline{\mathcal{I}}_{\hat{\alpha}}, \underline{\mathcal{C}}_{\hat{\alpha}}, \underline{\mathcal{E}}_{\hat{\alpha}} \right]$$

Für ein lokales Informon  $\underline{\alpha}$  und ein globales Informon  $\hat{\alpha}$  ist  $\alpha$  ein und der selbe Name. Die Differenz zwischen beiden ist, daß der Name  $\alpha$  einmal lokal und andermal global verstanden wird. Somit stoßen wir auf die Frage, was die beiden Informone hinsichtlich des Namens  $\alpha$  eigentlich informationell repräsentieren?

Die Informonen  $\underline{\alpha}$  und  $\hat{\alpha}$  sind komplexe Formelsysteme, die aus den Namen oder gemeinsamen Operand  $\alpha$  durch das informationelle Entstehen gebildet wurden. Die Bildung solcher Systeme spielt sich mittels der sogenannten Dekompositionen ab, z. B. mit  $\Delta[\alpha]$ ,  $\mathfrak{M}[\alpha]$ , usw. (Železnikar 1997a, 1998, 2002). Die Dekomposition eines Objekts (Wortes, Wortsatzes) ist sein Interpretieren in einer oder mehreren Sprachen des möglichen Informationsausdrucks. Mit einem dekompositionellen Interpretieren bildet sich die komplexe Bedeutung des Objekts. Die Systeme  $\underline{\alpha}$  und  $\hat{\alpha}$  stellen die lokale und globale Bedeutung des Objekts  $\alpha$  vor. In (Železnikar, 1997b) wurde die Bedeutung des Verstehens und der Auslegung (des Interpretierens) mittels der Heidegger’schen philosophischen Sprache gezeigt, und zwar in der informationellen graphischen, schematischen und formal-symbolischen Form.

### 3. Informon einer informationellen Formel und eines Formelsystems

Sätze, Sprüche, Absätze, Auszüge, Artikeln, Bücher usw. können interpretiert, benützt, übersetzt, verstanden, verstellt und andererseits informationell umgestaltet werden in einer lokalen und globalen Umgebung und in der verschiedenen Sprachen, Kulturen und inneren Welten. Die Objekte dieser Art sind mit informationellen Formeln und Formelsystemen ausdrückbar. Was sind nun die Informone der Formeln und Formelsystemen, die die weitreichende und in die tiefste Struktur der Objekte greifende informationelle Dekompositionen sein sollen?

Eine informationelle Formel  $\varphi \rightleftharpoons \varphi_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi} [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n_\varphi}]$  ist aus verschiedenen Subformeln  $\psi_i$  zusammengesetzt. Diese Relation wird mit  $\psi_i \in \varphi$  ausgedrückt. Die

Anzahl der Subformeln  $\mathbb{L}_\varphi$  ist von den Parameter  $\nabla_\varphi, \triangleright_\varphi$  und  $n_\varphi$  abhängig. Es ist  $\nabla_\varphi \in \{\lambda, \circ\}$  und  $\triangleright_\varphi \in \{\rightarrow, \leftarrow, \rightleftarrows, (\rightarrow, \leftarrow)\}$ . Das Symbol  $\lambda$  ist ein Leerzeichen und bedeutet, das die Formel einfach (nicht kreisförmig) ist. Das Symbol  $\circ$  bezeichnet dagegen eine kreisförmige Formel. Die Werte des Symbols  $\triangleright_\varphi$  bezeichnen die serielle ( $\rightarrow$ ), entgegengesetzt serielle ( $\leftarrow$ ), biserielle ( $\rightleftarrows$ ) und getrennt biserielle ( $(\rightarrow, \leftarrow)$ ) Formel, die einfach ( $\lambda$ ) oder kreisförmig ( $\circ$ ) sein kann. Die Strukturen dieser Formeln können anschaulich mit ihren Schemata ( $\mathfrak{S}$ ), d. i. ohne Klammerpaare dargestellt werden:

$$\begin{aligned} \mathfrak{S}[\varphi_{\rightarrow}[\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n_{\rightarrow}}]] &\Leftrightarrow (\alpha_1 \models \alpha_2 \models \dots \models \alpha_{n_{\rightarrow}}); \\ \mathfrak{S}[\varphi_{\leftarrow}[\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n_{\leftarrow}}]] &\Leftrightarrow (\alpha_1 \models \alpha_2 \models \dots \models \alpha_{n_{\leftarrow}}); \\ \mathfrak{S}[\varphi_{\rightleftarrows}[\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n_{\rightleftarrows}}]] &\Leftrightarrow (\alpha_1 \models \alpha_2 \models \dots \models \alpha_{n_{\rightleftarrows}} \models \alpha_{n_{\rightleftarrows}-1} \models \alpha_2 \models \alpha_1); \\ \mathfrak{S}[\varphi_{\rightarrow, \leftarrow}[\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n_{\rightarrow, \leftarrow}}]] &\Leftrightarrow \left( \begin{array}{l} \alpha_1 \models \alpha_2 \models \dots \models \alpha_{n_{\rightarrow, \leftarrow}}; \\ \alpha_1 \models \alpha_2 \models \dots \models \alpha_{n_{\rightarrow, \leftarrow}} \end{array} \right); \\ \mathfrak{S}[\varphi_{\rightarrow}^{\circ}[\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n_{\rightarrow}^{\circ}}]] &\Leftrightarrow (\alpha_1 \models \alpha_2 \models \dots \models \alpha_{n_{\rightarrow}^{\circ}} \models \alpha_1); \\ \mathfrak{S}[\varphi_{\leftarrow}^{\circ}[\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n_{\leftarrow}^{\circ}}]] &\Leftrightarrow (\alpha_1 \models \alpha_2 \models \dots \models \alpha_{n_{\leftarrow}^{\circ}} \models \alpha_1); \\ \mathfrak{S}[\varphi_{\rightleftarrows}^{\circ}[\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n_{\rightleftarrows}^{\circ}}]] &\Leftrightarrow (\alpha_1 \models \alpha_2 \models \dots \models \alpha_{n_{\rightleftarrows}^{\circ}} \models \alpha_1 \models \alpha_{n_{\rightleftarrows}^{\circ}} \models \dots \models \alpha_1); \\ \mathfrak{S}[\varphi_{\rightarrow, \leftarrow}^{\circ}[\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n_{\rightarrow, \leftarrow}^{\circ}}]] &\Leftrightarrow \left( \begin{array}{l} \alpha_1 \models \alpha_2 \models \dots \models \alpha_{n_{\rightarrow, \leftarrow}^{\circ}} \models \alpha_1; \\ \alpha_1 \models \alpha_2 \models \dots \models \alpha_{n_{\rightarrow, \leftarrow}^{\circ}} \end{array} \right) \end{aligned}$$

Die Zahl  $\mathbb{L}_{\triangleright_\varphi}^{\nabla_\varphi}$  der Subformeln  $\psi_i$  in einer Formel  $\varphi_{\triangleright_\varphi}^{\nabla_\varphi}[\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n_{\triangleright_\varphi}^{\nabla_\varphi}}]$  ist eindeutig mit folgender Tabelle bestimmt:

$\mathbb{L}_{\rightarrow}$	$\mathbb{L}_{\leftarrow}$	$\mathbb{L}_{\rightleftarrows}$	$\mathbb{L}_{\rightarrow, \leftarrow}$	$\mathbb{L}_{\rightarrow}^{\circ}$	$\mathbb{L}_{\leftarrow}^{\circ}$	$\mathbb{L}_{\rightleftarrows}^{\circ}$	$\mathbb{L}_{\rightarrow, \leftarrow}^{\circ}$
$2n_{\rightarrow} - 1$	$2n_{\leftarrow} - 1$	$3n_{\rightleftarrows} - 2$	$3n_{\rightarrow, \leftarrow} - 2$	$2n_{\rightarrow}^{\circ}$	$2n_{\leftarrow}^{\circ}$	$3n_{\rightleftarrows}^{\circ}$	$3n_{\rightarrow, \leftarrow}^{\circ}$

Dabei sei es bemerkt, daß die einfachen Operanden  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n_{\triangleright_\varphi}^{\nabla_\varphi}}$ , in biseriellen Formeln nur einmal als Subformeln in Betracht genommen werden. Die Beweise für die Tabellenwerte siehe in (Železnikar, 2002, Kap. 5.15) an.

Die Informonisierung einer Formel  $\varphi$  kann nun folgendermaßen formell ausführlich definiert werden:

$$\underline{\varphi} \Leftrightarrow \left( \underline{\psi}_i \text{ für } \psi_i \in \varphi_{\triangleright_\varphi}^{\nabla_\varphi}, i = 1, 2, \dots, \mathbb{L}_{\triangleright_\varphi}^{\nabla_\varphi} \right)$$

Der ‘‘Name’’  $\psi_i$  ist hier eine Subformel, die z. B. einem Teil des Satzes in einer Natursprache entspricht. Jeder Teil des Satzes besitzt an sich eine oder mehrere Bedeutungen, bis zu den einzigen Worten des Satzteil. Die verschiedenen Bedeutungen bilden sich im Laufe des Sprechens oder Schreibens auf, abhängig von der Situation. Das Entstehen der Bedeutungen eines Satzteil in verschiedenen Situationen ist somit informonisch bedingt. Es gilt  $\underline{\psi}_i \Leftrightarrow \underline{\psi}_i \left[ \underline{\psi}_i, \underline{\mathcal{I}}_{\psi_i}, \underline{\mathcal{C}}_{\psi_i}, \underline{\mathcal{E}}_{\psi_i} \right]$  mit  $i = 1, 2, \dots, \mathbb{L}_{\triangleright_\varphi}^{\nabla_\varphi}$ .

Für ein uniformiertes Formelsystem  $\varphi_{\triangleright_\varphi}^{\nabla_\varphi \parallel} \Leftrightarrow \left( \varphi_{\triangleright_\varphi 1}^{\nabla_\varphi}; \varphi_{\triangleright_\varphi 2}^{\nabla_\varphi}; \dots; \varphi_{\triangleright_\varphi n_{\triangleright_\varphi}^{\nabla_\varphi \parallel}}^{\nabla_\varphi} \right)$  folgt induktiv, mit der Rücksichtnahme der Informonisierung einer informationellen Formel,

eindeutig

$$\underline{\varphi}_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel} \Rightarrow \left( \varphi_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel*} ; \underline{\psi}_{ij_i} \text{ für } \psi_{ij_i} \in \varphi_{\triangleright\varphi_i}^{\nabla\varphi}, j_i = 1, 2, \dots, \mathbb{L}_{\triangleright\varphi_i}^{\nabla\varphi}, i = 1, 2, \dots, n_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel} \right),$$

wobei  $\varphi_{\triangleright\varphi_i}^{\nabla\varphi} \Rightarrow \varphi_{\triangleright\varphi_i}^{\nabla\varphi} \left[ \alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \dots, \alpha_{i n_{\triangleright\varphi_i}^{\nabla\varphi}} \right]$ . Der Name des uniformierten Informons ist  $\varphi_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel*}$  und mit ihm wurde die Entwicklung des Formelsystems  $\varphi_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel}$  begonnen. Der Name kann einen Dokumenttitel bezeichnen. Mit Informon  $\varphi_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel}$  schließt sich das Dokument in seine informationelle Umgebung ein, wird von den Lesern gelesen, von Kritikern kritisiert, von Intellektuellen disputiert usw. Damit häuft sich ein Archiv auf, das das Dokument zusammen mit dem Dokument betrifft. Das Gesamte ist dann in der lokalen Informonsstruktur  $\varphi_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel} \Rightarrow \varphi_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel} \left[ \varphi_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel*}, \underline{\mathcal{I}}_{\varphi_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel}}, \underline{\mathcal{C}}_{\varphi_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel}}, \underline{\mathcal{E}}_{\varphi_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel}} \right]$  inbegriffen. Auf der globalen (z. B. internationalen, Internet-) Ebene wird das Dokument mit globalen Informon  $\widehat{\varphi}_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel} \Rightarrow \widehat{\varphi}_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel} \left[ \varphi_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel*}, \widehat{\underline{\mathcal{I}}}_{\varphi_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel}}, \widehat{\underline{\mathcal{C}}}_{\varphi_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel}}, \widehat{\underline{\mathcal{E}}}_{\varphi_{\triangleright\varphi}^{\nabla\varphi\parallel}} \right]$  informationell anwesend sein.

Für ein freies Formelsystem  $\Phi \Rightarrow \left( \varphi_{\triangleright\varphi_1 1}^{\nabla\varphi_1}; \varphi_{\triangleright\varphi_2 2}^{\nabla\varphi_2}; \dots; \varphi_{\triangleright\varphi_{n_\Phi} n_\Phi}^{\nabla\varphi_{n_\Phi}} \right)$ , das nicht uniformiert strukturiert ist, wird das entsprechende Informon mit

$$\underline{\Phi} \Rightarrow \left( \Phi^* ; \underline{\psi}_{ij_i} \text{ für } \psi_{ij_i} \in \varphi_{\triangleright\varphi_i}^{\nabla\varphi_i}, j_i = 1, 2, \dots, \mathbb{L}_{\triangleright\varphi_i}^{\nabla\varphi_i}, i = 1, 2, \dots, n_\Phi \right)$$

definiert, wobei  $\varphi_{\triangleright\varphi_i}^{\nabla\varphi_i} \Rightarrow \varphi_{\triangleright\varphi_i}^{\nabla\varphi_i} \left[ \alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \dots, \alpha_{i n_{\triangleright\varphi_i}^{\nabla\varphi_i}} \right]$ . Der Name des nichtuniformierten Informons ist  $\Phi^*$  und mit ihm wurde die Entwicklung des Formelsystems  $\Phi$  begonnen. Mit dem Lokalinformon  $\underline{\Phi}$  schließt sich das Dokument in seine unmittelbare informationelle Umgebung ein, wird gelesen, kritisiert, disputiert usw. Damit kommt ein Archiv ins Entstehen, das das Dokument einschließlich mit dem Dokument selbst betrifft. Das Gesamte ist dann in der Informonsstruktur  $\underline{\Phi} \Rightarrow \underline{\Phi} \left[ \Phi^*, \underline{\mathcal{I}}_{\underline{\Phi}}, \underline{\mathcal{C}}_{\underline{\Phi}}, \underline{\mathcal{E}}_{\underline{\Phi}} \right]$  lokal inbegriffen. Auf der globalen Ebene wird das Dokument mit globalem Informon  $\widehat{\Phi} \Rightarrow \widehat{\Phi} \left[ \Phi^*, \widehat{\underline{\mathcal{I}}}_{\underline{\Phi}}, \widehat{\underline{\mathcal{C}}}_{\underline{\Phi}}, \widehat{\underline{\mathcal{E}}}_{\underline{\Phi}} \right]$  informationell anwesend sein.

#### 4. Das Informon als das Ein im All und das All im Ein

Offensichtlich ist ein Informon im All einbegriffen und umfaßt alles informationell. In einer Natursprache scheint dies wirklich so zu sein. Z. B. ein Wort kann verschiedenartig sprachlich interpretiert werden, immer noch zusätzlich, mit neuen und neuen Beispielen seiner Anwendung. Auf diese Weise stößt das Informon immer tiefer in seine Bedeutung vor und kann so weit als möglich den Bereich einer Sprache umfaßen. Dieser Prozeß der Informonisierung gleicht dem infinitesimalen Annähern der Bedeutung an, die nie ganz genau bestimmt werden kann, es wird aber die Bedeutungs-differenz betreffend klein wie möglich (Železnikar, 1998a).

Mit dem Graphen des Informons und mit dem Graphen seiner spezifischen Umgebungen kann man das Problem des Eins und des Alls wesentlich veranschaulichen.

Dabei lehnen wir uns an die Methoden der Graphentheorie (ЗЫКОВ, 1969). Der informationelle Graph  $\mathfrak{G}$  ist mathematisch mit dem Tripplett  $\mathfrak{G} = (O_\alpha, O_{\models}, P)$  definiert, wobei  $O_\alpha$  die Operandmenge,  $O_{\models}$  die Operatormenge und  $P$  die Menge der dreistelligen Prädikate  $p(\alpha, \models, \beta)$  darstellt. Das Prädikat  $p(\alpha, \models, \beta)$  entspricht der informationellen Primitivtransition  $\alpha \models \beta$ . Somit ist ein Graph mit dem Tripplett  $\mathfrak{G} = (O_\alpha, O_{\models}, \Phi')$  eindeutig beschrieben. Mit  $\Phi'$  ist ein informationelles System von primitiven Transitionen bezeichnet,  $O_\alpha$  ist nun die Menge aller Operanden und  $O_{\models}$  die Menge aller Operatoren, die im Primitivsystem  $\Phi'$  auftreten.

Ein Graph  $\mathfrak{G}_1$  ist im Graph  $\mathfrak{G}_2$  enthalten (die Relation  $\prec$ ), wenn folgendes hält:

$$(\mathfrak{G}_1 \prec \mathfrak{G}_2) \iff ((P_1 \subset P_2) \implies (O_{\alpha 1} \subset O_{\alpha 2}) \wedge (O_{\models, 1} \subset O_{\models, 2}))$$

oder, wenn im informationellen Sinne, einfach  $(\mathfrak{G}_1 \prec \mathfrak{G}_2) \iff (\Phi'_1 \subset \Phi'_2)$  wahr ist. Isolierte Operanden und Operatoren sind nämlich informationell unbedeutend. Ein informationeller Graph  $\mathfrak{G}$  ist genau mit dem entsprechendem Primitivsystem  $\Phi'$  beschrieben. Intuitiv bedeutet  $\mathfrak{G}_1 \prec \mathfrak{G}_2$ , daß  $\mathfrak{G}_1$  einen Teil von  $\mathfrak{G}_2$ , samt mit Operanden und Operatorverbindungen, genau überdeckt.

Beschreiben wir nun den Weg von einem Formelsystem  $\Phi \iff (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{n_\Phi})$  zu dem entsprechenden Graphen  $\mathfrak{G}[\Phi]$ . Der erste Schritt, der gemacht werden muß, ist die Entklammerung der Formeln des Formelsystems. Diese Entklammerung nennen wir das Schematisieren, wobei jede einzelne Formel des Systems entklammert wird. Damit bekommt man ein System der Formelschemata, das mit  $\mathfrak{S}[\Phi]$  bezeichnet wird. Die ursprüngliche Formel  $\varphi_i$  des Systems  $\Phi$  ist nun in dem Formelschema  $\mathfrak{S}[\varphi_i]$  endgültig verloren gegangen und kann nicht mehr eindeutig rekonstruiert werden. Das gilt auch für das Formelsystem  $\Phi$ , das im Schema  $\mathfrak{S}[\Phi]$  unwiederbringlich aufgelöst wurde. Aus einem Formelschema  $\mathfrak{S}[\varphi_i]$  mit der Länge  $l_{\varphi_i}$  kann man  $\frac{1}{l_{\varphi_i}} \binom{2l_{\varphi_i}}{l_{\varphi_i}}$  verschiedenartig geklammerte Formeln bilden, aus einem Systemschema  $\mathfrak{S}[\Phi]$  dagegen gleich  $\prod_{i=1}^{n_\Phi} \frac{1}{l_{\varphi_i}} \binom{2l_{\varphi_i}}{l_{\varphi_i}}$  verschiedene Formelsysteme. Das schematisierte Formelsystem  $\mathfrak{S}[\Phi]$  ist nichts anderes als ein System der Formelschemata. In diesem System ist es noch evident, zur welcher Formula das einzelne Schema gehört. Nun kann man aber auch diese Evidenz auflösen, indem man das Systemschema graphisch, d. i. mit einem informationellen Graphen  $\mathfrak{G}[\mathfrak{S}[\Phi]]$  oder Primitivsystem  $\Phi'$ , darstellt. Kurzgefaßt kann man auch  $\mathfrak{S}[\Phi]$  schreiben, was den gleichen Resultat bedeutet. Zugleich sind der Graph  $\mathfrak{G}[\Phi]$  und das Primitivsystem  $\Phi'$  informationell gleichwertig.

Bezeichnen wir das informierende All (Weltall) mit  $\mathfrak{a}_{\text{All}}$ , einen Teil  $\mathfrak{t}_{\text{Teil}}$  des Alls (das Weltall betreffend) mit  $\mathfrak{t}_{\text{Teil}}[\mathfrak{a}_{\text{All}}]$  und die informationelle Hülle, die den Teil des Alls umkreist, mit  $\mathfrak{h}_{\text{Hülle}}[\mathfrak{t}_{\text{Teil}}[\mathfrak{a}_{\text{All}}]]$ . In der Graphensprache ausgedrückt, bekommt man für ein Informon  $\underline{\alpha}$  das folgende:

$$\begin{aligned} \mathfrak{G}[\underline{\alpha}] &\prec \mathfrak{G}[\mathfrak{a}_{\text{All}}]; \\ \mathfrak{G}[\underline{\alpha}] &\prec \mathfrak{G}[\mathfrak{t}_{\text{Teil}}[\mathfrak{a}_{\text{All}}]]; & \mathfrak{G}[\mathfrak{t}_{\text{Teil}}[\mathfrak{a}_{\text{All}}]] &\prec \mathfrak{G}[\mathfrak{a}_{\text{All}}]; \\ \mathfrak{G}[\underline{\alpha}] &\prec \mathfrak{G}[\mathfrak{h}_{\text{Hülle}}[\mathfrak{t}_{\text{Teil}}[\mathfrak{a}_{\text{All}}]]]; & \mathfrak{G}[\mathfrak{h}_{\text{Hülle}}[\mathfrak{t}_{\text{Teil}}[\mathfrak{a}_{\text{All}}]]] &\prec \mathfrak{G}[\mathfrak{t}_{\text{Teil}}[\mathfrak{a}_{\text{All}}]] \end{aligned}$$

Die Auslegung dieser formalen Situation kann topologisch im Bild 3 aufgezeichnet werden.

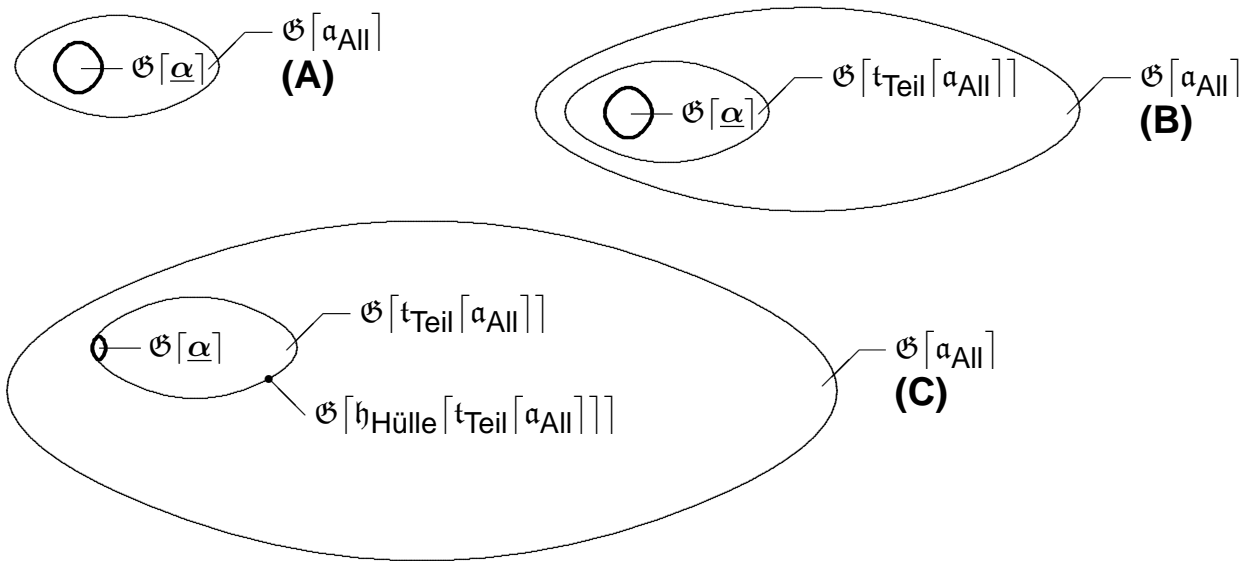


Bild 3: Die Lösung für ein Informon — das Ein — graphisch dargestellt: **(A)** Informon als eine Möglichkeit des Alls. **(B)** Informon als eine Möglichkeit eines Teiles des Alls. **(C)** Informon als eine Möglichkeit der Hülle, die den Teil des Alls umkreist.

### 5. Die Bedeutung als eine informationelle Lösung einer Entität

Die Frage nach dem Sinn einer Entität ist wesentlich für das Verstehen der Entität. Der Sinn kommt als eine vertiefte Bedeutung der Entität vor und geht somit in das Verstehen ein. Die Entität wird verstanden, wenn genügend Bedeutung produziert wurde. Bedeutung sind z. B. die beschreibenden Sätze, die sich dabei aus der sprachlichen Umgebung bilden.

Das Informon ist nichts anderes als eine komplexe Lösung, die sich auf einem bestimmten Objekt (den Namen  $\alpha$  im breiteren Sinne, einschließlich Formel oder Formelsystem) bezieht. Das Informon ist eine weitreichende Möglichkeit der Bedeutung, ihrer lokalen und globalen informationellen Dimensionen. Damit ist

$$\text{Lösung}[\alpha] \rightleftharpoons \underline{\alpha}; \underline{\alpha} \rightleftharpoons \mathfrak{P}[\mathfrak{R}[\mathfrak{G}[\mathfrak{G}[\mathfrak{hHülle}[\alpha]]]]]$$

In dieser Darstellung der Lösung  $\text{Lösung}[\alpha]$  nach  $\alpha$  haben die Betreffenssymbole  $\mathfrak{P}$ ,  $\mathfrak{R}$ ,  $\mathfrak{G}$ ,  $\mathfrak{G}$  die folgende Bedeutung:

- $\mathfrak{G}[\mathfrak{hHülle}[\alpha]]$  ist der Graph der Hülle, die z. B. mit einer Dekomposition des Operanden  $\alpha$  erworben wurde. Die Dekomposition kann eine allgemeine ( $\Delta$ -Typ), metaphysikalistische ( $\mathfrak{M}$ -Typ) oder beliebig anders strukturierte Dekomposition sein. Im allgemeinen haben die informationellen Graphen eine zyklische Struktur, was für die mögliche Rotierung der Operanden wichtig wird.
- Der Graph  $\mathfrak{G}[\mathfrak{hHülle}[\alpha]]$  wird nun mit  $\mathfrak{G}[\mathfrak{G}[\mathfrak{hHülle}[\alpha]]]$  schematisiert. Die Schematisierung bedeutet die Bildung von einzelnen Schemata aus den Systemformeln. Mit der Schematisierung wird zunächst ein System der Schemata gewonnen. Einigen von erworbenen Schemata sind zyklisch. Mit der Schematisierung wird der Graph völlig überdeckt.
- Mit der Rotierung der Operanden in zyklischen Schemata des Systems, das ist mit  $\mathfrak{R}[\mathfrak{G}[\mathfrak{G}[\mathfrak{hHülle}[\alpha]]]]$ , können nun zusätzliche sinnvolle Schemata konstruiert

werden, mit welchen die Intention der Lösung nach einem bestimmten Operand betrachtet wird.

- Mit  $\mathfrak{P}[\mathfrak{R}[\mathfrak{S}[\mathfrak{G}[\mathfrak{h}_{\text{Hülle}}[\alpha]]]]]$  werden endlich im jeden Formelschema nach der Rotierung  $\mathfrak{R}[\mathfrak{S}[\mathfrak{G}[\mathfrak{h}_{\text{Hülle}}[\alpha]]]]$  Klammerpaare gesetzt. Ein Informationsoperator ist nämlich binär. Damit wird eine (anfängliche) Lösung in der Form des Informons  $\underline{\alpha}$  gewonnen.

## 6. Das Bewußtseinsinformon $\underline{\mathfrak{z}}$

Wie wird nun ein Bewußtsein — individuelles oder künstliches — gefaßt und verstanden? Im Rahmen des Bewußtseins können wir ohne weiteres von verschiedenen Informonen sprechen, die eigentlich als Bausteine des Bewußtseins verstanden werden. Auf der anderen Seite kann aber auch jede konkrete Informationsentität als ein Informon gefaßt werden. Die Informonssysteme und Informonsuntersysteme sind gänzlich untereinander informationell verflochten und können sich nur noch semantisch unterscheiden. Man sagt einfach, daß z. B. ein Erkenntnis- und Gefühlssystem aus gewissen Komponenten zusammengesetzt ist, doch sind konkrete Erkenntnis- und Gefühlskomponenten (Verstehen, Auslegung, Weisheit, Furcht, Zorn, Verlegenheit usw.) ebenso in beiden Obersysteme informationell verflochten. Was man sicher feststellen kann, ist, daß sich im einen Bewußtseinssystem Ober- und Untersysteme überlappen. Gerade deswegen ist eine gründliche Teilung des Bewußtseinssystems theoretisch und praktisch in jedem Fall problematisch.

Das Konzept des Informons kommt der Verflechtung der Informationsentitäten nahe wie möglich. Ein Bewußtsein — lokales oder globales — ist ein Informonssystem  $\underline{\mathfrak{z}}$  von Informonen  $\underline{\mathfrak{z}}_1, \underline{\mathfrak{z}}_2, \dots$ , die im  $\underline{\mathfrak{z}}$  möglich sind. Dabei ist es soweit schwer von einem Ober- und Untersystem zu sprechen, obgleich in gewissen Situationen ein hierarchisches Abspielen der Ereignisse beobachtet werden wird. Es scheint, daß in einem Augenblick des Bewußtseins und von der Situation abhängig jede beliebige Informonskomponente in den Vordergrund treten kann.

Die Komplexität des Bewußtseins kann am Beispiel des Informons, das das Gefühlssystem darstellt, dargestellt werden. Das Gefühlsinformon ist selbstverständlich mit Kenntnis-, Motivation-, Homeostasis-, Verhaltens- und anderen wesentlichen Informonen informationell verbunden. Doch informieren im Bereich des Gefühlsinformons viele konkrete Gefühlsinformone, die den konkreten Gefühlen angehören. In der englischen Sprache existieren bis zu 2500 Sprachnamen für die Bezeichnungen von konkreten Gefühle. Es existieren aber auch Sprachen mit nur ein Paar Gefühlen. Dies bestätigt die Hypothese, daß Gefühle kulturell bedingte, d. i. rein informationelle Konzepte des Geistes sind.

Das Informon mit seiner informationellen Konstitution wird auch ein technisches Mittel in der Realisierung des künstlichen Bewußtseins werden, und zwar in der Form von zukünftigen Computer (informationellen Maschinen). In der Geisteswissenschaften werden die Geisteswelt, Geisteskraft und Geistesschwung wohl auch mit Geistesmaschinen (spiritual machines, siehe Kurzweil, 1999) simuliert und vorzüglich gemeistert werden. Die intimsten Geistesfähigkeiten werden schließlich mit Sozialroboter (siehe das Kismet-Projekt an M.I.T., z. B.) und Hausroboter (Moravec, 1999) freundlich und weise ausgetragen.

Wie die Sache des Geistes heutzutage steht oder zu stehen scheint, schleicht sich der Geist langsam und sicher in die Maschine ein. Die Maschine wird in etlichen Jahrzehnten komplexer und dazu unvergleichbar schneller als das menschliche Hirn werden. Ein künstliches Informon wird dem Hirninformon weit überlegen. Die biologische Komplexität wird im Bereich des menschlichen Geistes der Silizium- und Quantumkomplexität weit zurückstehen. In dieser Hinsicht scheint die Zukunft aller unseren Aufmerksamkeit wert zu sein.

### *Schrifttum:*

- Buttazzo, G.C.** 2001. Artificial consciousness: Utopia or real possibility? *IEEE Computer* 34:7:24–30.
- Kurzweil, R.** 1999. *The Age of Spiritual Machines. When Computers Exceed Human Intelligence.* Penguin Books. New York.
- Moravec, H.** 1999. *Robot. Mere Machine to Transcendent Mind.* Oxford University Press. New York.
- ЗЫКОВ, А.А.** 1969. *Теория конечных графов.* Издательство Наука, Сибирское отделение. Новосибирск.
- Železnikar, A.P.** 1997a. Zum formellen Verstehen des Informationsphänomenalismus. *grkg/Humankybernetik* 38:1:3–14.
- Železnikar, A.P.** 1997b. Informationelle Untersuchungen. *grkg/Humankybernetik*, 38:4:147–158.
- Železnikar, A.P.** 1998a. Topological informational spaces. *Informatica* 22:287–308.
- Železnikar, A.P.** 1998b. Informationeller Entwurf der metaphysikalistischen Kommunikation. *grkg/Humankybernetik* 39:4:171–182.
- Železnikar, A.P.** 2002. Introduction to Artificial Consciousness. An Informational Approach, Formalization, and Implementation. (A study in progress, 1.6 MB.) Lesbar als eine PDF-Datothek mit Adobe Acrobat Reader, auf der Internetseite <[www.artifico.org](http://www.artifico.org)>.

Eingegangen am 8. 8. 2002

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Anton P. Železnikar, Volaričeva ulica 8, SI-1111 Ljubljana, Slowenien  
([anton.p.zeleznikar@artifico.org](mailto:anton.p.zeleznikar@artifico.org) oder [s5lem@hamradio.si](mailto:s5lem@hamradio.si)).

### *Informon — A conscious building block of consciousness (Summary)*

This article is the first classified publication dealing with the concept of informon. The informon as a conscious unit of a conscious system acquires the necessary complexity within a consciously complex informational system. The informon performs consciously and can be concretized to an arbitrary level of its system components. The article brings conceptually and technically a formalization of an informon  $\underline{\alpha}$ , introducing three characteristic subsystems of informational organization constituting the informon's shell: intentional informing, intentional counterinforming, and intentional informational embedding. Informonic shell is a generalization of the metaphysicalistic shell (Železnikar, 2002).

The article shows how the complexity of an informon in an already complex web system can be acquired. The use, for instance, of the so-called operators of concern, that is, of  $\mathfrak{P}$ ,  $\mathfrak{R}$ ,  $\mathfrak{S}$ ,  $\mathfrak{G}$ , the setting of parenthesis in formulas, rotating of operands in formula schemes, the schematizing of formulas, and the graphical interpretation of formulas and formula systems, respectively, can essentially enlarge and semantically fit the requirements of a sufficient complexity. On the other side, in a complex conscious system  $\underline{\mathfrak{z}}$ , informons overlap informationally each other, performing their autonomous conscious function when they come to the conscious attention or into the informational foreground of the system. Informonic conscious components  $\underline{\mathfrak{z}}_i$  in the conscious informon  $\underline{\mathfrak{z}} = (\underline{\mathfrak{z}}_1; \underline{\mathfrak{z}}_2; \dots, \underline{\mathfrak{z}}_i; \dots)$  are informationally interweaved and overlap graphically (operand-operator-like) each other.

Spiritual machines (Kurzweil, 1999) and sociable robots (Moravec, 1999, and Kismet Project, MIT) are a matter of fact in the coming decades. The informon as an informationally emergent concept with the necessary complexity of its consciousness fits the requirements of the distributed consciousness, where particular conscious subsystems and their concrete conscious components can come into the conscious attention and momentary informational being spontaneously and situation-dependently. In this way, spiritual machines will become commonplace in everyday life of human, shaping the possibility of creative work of robots — their spiritual supremacy over the man's mind. Human theorizing and practicing will thus possibly remain in the observing of spiritual scientific and technological results produced by conscious machines.