

Maschinensemiotik

Peter Klimczak, Brandenburgische Technische Universität
Günther Wirsching, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt

Summary. Despite their satisfactory speech recognition capabilities, current speech assistive devices still lack suitable automatic semantic analysis tools as well as useful representations of world knowledge. Instead, current technologies require users to learn the command words necessary to effectively operate and work with a machine. Such a machine-centered approach is not only frustrating for users, recognizing one basic difference between the semiotics of humans and machines makes this also unnecessary: For a machine, the meaning of a (human) utterance is defined by its scope of action. Machines, thus, do not need to understand the meanings of individual words, nor the meaning of phrasal and sentence semantics that combine individual word meanings with additional implicit world knowledge. For speech assistive devices, the learning of machine specific meanings of human utterances by trial and error should be sufficient. Using the trivial example of a cognitive heating device, we will show that – based on Skinner’s learning theory – this process can be formalized as the learning of utterance-meaning pairs (UMP). This is followed by a detailed semiotic contextualization of the previously generated signs.

Zusammenfassung. Trotz teils hervorragender Spracherkennungsleistungen verfügen aktuelle Sprachassistenzsysteme weder über eine geeignete automatische Semantikanalyse noch eine brauchbare Weltwissensrepräsentation. Dementsprechend behilft man sich damit, den Nutzer Signal- oder Befehlswörter zur Steuerung der Maschine lernen zu lassen. Ein solcher, für den Anwender oft frustrierender, Ansatz wäre jedoch unnötig, wenn man sich eines grundlegenden Unterschieds in der Semiotik von Menschen und Maschinen vergegenwärtigt: Für Maschinen ergibt sich die Bedeutung einer (menschlichen) Äußerung ausschließlich aus ihrem maschinellen Handlungsspielraum. Maschinen müssen daher auch nicht die Bedeutung einzelner Wörter und die sich aus diesen Wortbedeutungen und zusätzlichem impliziten Weltwissen ergebende Satzsemantik verstehen. Es reicht aus, dass man die Maschine im Trial-and-Error-Verfahren die maschinenspezifischen Bedeutungen menschlicher Äußerungen lernen lässt. Dieses Erlernen lässt sich formal auf Grundlage von B. F. Skinners Lerntheorie als das Erlernen von Äußerungs-Bedeutungs-Paaren (Utterance-Meaning-Pairs) modellieren, was am Beispiel einer trivialen kognitiven Heizung gezeigt werden soll. Abschließend erfolgt eine ausführliche semiotische Kontextualisierung der derart modellierten Zeichen.

1. Äußerungen und ihre Bedeutungen

Die deskriptive Bedeutung einer Äußerung wie „Ich fahre jetzt zur Oma“ ergibt sich aus der Bedeutung der einzelnen Wörter: In diesem Fall haben wir einen Sprecher, auf den das Personalpronomen „ich“ referiert und der in Form eines als Futur gebrauchten Präsens das Sich-Entfernen vom aktuellen Ort („fahren“), in sehr naher Zukunft („jetzt“) mit einem Ziel („zur Oma“) ankündigt. Die pragmatische Bedeutung dieser Äußerung ist abhängig vom jeweiligen Kontext und dementsprechenden Fokussierungen. So kann die Fokussierung auf dem Sich-Entfernen vom aktuellen Ort liegen und damit die baldige Ungestörtheit des Hörers bedeuten. In einem anderen Kontext kann der Fokus auf der Intention und/oder der Beziehung zur Oma liegen, etwa derart, dass man zur Oma fährt, um mit dem üblichen Geldgeschenk zurück nach Hause zu kommen.

Nehmen wir nun aber an, dass es sich beim Hörer um eine Heizung in einer Smart-Home-Umgebung handelt, so könnte die Äußerung bedeuten, dass in sehr naher Zukunft keine Heizleistung benötigt wird.¹ Diese Bedeutung ergibt sich einerseits aus dem Handlungsspielraum der Heizung (Heizen oder Nicht-Heizen), andererseits aus dem Fokus des Sich-Entfernens des Sprechers vom aktuellen Ort. Beide Aspekte sind nicht trivial und verdienen eine nähere Betrachtung: (1) Die Menge der möglichen Bedeutungen für eine Maschine ergibt sich einzig und allein aus ihrem Handlungsspielraum. Im Falle unserer Heizung gibt es nur zwei mögliche Bedeutungen: Heizung einschalten oder Heizung ausschalten bzw. (wie später zu verstehen sein wird) aktuellen Arbeitszustand (Heizen oder Nicht-Heizen) beibehalten oder ändern. (2) Man könnte annehmen, dass sich die Bedeutung (hier ‚Nicht-Heizen‘) der konkreten Äußerung aus der Bedeutung der einzelnen Wörter ergibt, derart, dass die Maschine die deskriptive Bedeutung, dass der Sprecher sich in sehr naher Zukunft von seinem Smart Home entfernen wird, versteht und aus der Abwesenheit des Sprechers schlussfolgert, dass keine Heizleistung erforderlich sein wird. Letzteres wäre eine Implikation, die dem Smart Home-System aber als Weltwissen inskribiert sein müsste. Beim aktuellen (und auch mittelfristig zukünftigem) Stand der Technik ist jedoch weder das Verstehen bzw. Rekonstruieren deskriptiver Bedeutungen noch das Schlussfolgern pragmatischer Bedeutungen realistisch. Trotz teils hervorragender Spracherkennungsleistungen (Übersetzung vom akustischen Signal in Schriftform) existiert nicht ansatzweise eine geeignete automatische Semantikanalyse und brauchbare Weltwissensrepräsentation.²

2. Sprachliche Äußerungen als verbales Verhalten

Ein erfolgversprechenderer Ansatz für die Lösung des skizzierten technischen Problems ist neben dem Ernstnehmen des Umstandes, dass für eine Maschine Bedeutungen das Resultat ihres Handlungsspielraums sind, das Erlernen von Bedeutungen auf Grundlage von B. F. Skinners Lerntheorie.³

Skinner verortet in seinem 1957 erschienenen Hauptwerk *Verbal Behavior* die Bedeutung einer sprachlichen Äußerung (*Verbal Behavior*, B) nicht in der Äußerung bzw. den einzelnen Worten der Äußerung. Er argumentiert vielmehr, dass verbales Verhalten eine Funktion von Vorbedingungen (Antecedents, A) und der vom Sprecher beabsichtigten Wirkung (Consequences, C) ist. Die Bedeutung der sprachlichen Äußerung, des verbalen Verhaltens, ergibt sich nach Skinner ausschließlich aus den zugrundeliegenden Vorbedingungen und Konsequenzen. In der Linguistik wird Skinners Ansatz bis heute jedoch häufig nur indirekt über eine ebenso berühmte wie fatal irreführende Buchbesprechung von Noam Chomsky (1959) rezipiert. Darin legt Chomsky zunächst dar, dass eine monokausale Stimulus-Response-Psychologie – die Skinner ja gerade ablehnte⁴ – sprachliches Verhalten nicht adäquat erklären könne. Unter Psychologen war dies zum damaligen Zeitpunkt allerdings schon seit längerem bekannt und auch weitestgehend unumstritten. Chomsky nimmt dies jedoch weder zur Kenntnis, noch bemüht er sich um eine angemessene Darstellung der Ergebnisse von Skinner. Chomskys Review führte in der Folge dazu, dass Skinners Ansatz, sprachliche Äußerungen als verbales Verhalten zu modellieren, kaum weiter verfolgt wurde.⁵

In der psychologischen Forschung assoziiert man zu Antecedents, Behavior, und Consequences jeweils Beobachtungsdaten und beschreibt die Bedeutung des Behaviors als bedingte Wahrscheinlichkeitsverteilung, in der Antecedents und Consequences durch den Experimentator weitgehend kontrolliert werden können und sich deshalb als Bedingungen verankern lassen. Die Bedeutung des Verhaltens wird dann als eine vermittelnde Variable aufgefasst, welche die Antecedents mit dem Behavior und dieses wiederum mit den Consequences verbindet. Um dies zu zeigen, kann man wie Skinner zunächst von gemessenen Verbundwahrscheinlichkeiten $P(A, B, C)$ ausgehen, diese nach dem Bayes'schen Prinzip faktorisieren und statistisch analysieren. Uns geht es an dieser Stelle jedoch nicht um statistische Daten, sondern um eine formale Modellierung des Lernens von Bedeutungen bzw. sog. Äußerungs-Bedeutungs-Paaren (Utterance-Meaning-Pairs, UMPs).

3. Formale Modellierung am konkreten Beispiel

Den Bestandteilen des ABC-Schemas ordnen wir sogenannte semantische Anker zu, die sich von Zeitpunkt zu Zeitpunkt ändern können. Ein semantischer Anker ist, per definitionem, eine subjektive Referenz auf eine subjektive Wirklichkeit. Im konkreten Fall ist das Subjekt die (Heizungs-)Maschine. Deren subjektive Wirklichkeit besteht aus zwei möglichen Arbeitszuständen, Heizen oder Nicht-Heizen. Als semantische Anker betrachten wir zwei subjektive Referenzen: (1) Arbeitszustand ist „Heizen“ (Konstante H), (2) Arbeitszustand ist „Nicht-Heizen“ (-H).

Ein Äußerungs-Bedeutungs-Paar besteht aus der Transkription einer sprachlichen Äußerung und einem oder mehreren semantischen Ankern.

Da wir nur zwei semantische Anker in Betracht ziehen, dies jedoch sowohl für die Antecedents als auch die Consequences tun, gibt es zu jeder sprachlichen Äußerung u (verstanden als Variable) vier Äußerungs-Bedeutungs-Paare, mengentheoretisch modelliert als geordnete Paare⁶ mit der Äußerung als erster Komponente und dem aktuellen und zukünftigen Arbeitszustand als zweiter Komponente, wiederum modelliert als geordnetes Paar:

$(u, (H, H)),$
 $(u, (H, \neg H)),$
 $(u, (\neg H, H)),$
 $(u, (\neg H, \neg H)).$

Ziel des Lernvorgangs ist es, eine Menge von Äußerungs-Bedeutungs-Paaren (symbolisch: M) aufzubauen. Wir assoziieren nun zu jedem Zeitpunkt k ein ABC-Schema

$A_k \rightarrow B_k \rightarrow C_k,$

um das verbale Nutzerverhalten zu modellieren, und zu jedem der drei Teile einen oder mehrere semantische Anker.

Zum Zeitpunkt $k = 0$ assoziieren wir, da noch keine Äußerungs-Bedeutungs-Paare gelernt wurden (wir gehen von einem Tabula-Rasa-System aus), zu A_0 die Menge $M_0 = \emptyset$ und den aktuellen Arbeitszustand, hier $\neg H$ (wir gehen von Nicht-Heizen als Initialzustand aus):

$A_0 = \{M_0 = \emptyset, \neg H\}.$

Zu B_0 assoziieren wir das verbale Verhalten des Nutzers, wobei wir annehmen, dass die kognitive Heizung ihren jeweils aktuellen Arbeitszustand, den Sachverhalt also, ob geheizt oder nicht geheizt wird, visuell (durchgehend) und/oder akustisch (nach einem Wechsel des Arbeitszustands) dem Nutzer anzeigt. Schweigt⁷ der Nutzer (= Fall 1), so entspricht aus formaler Sicht die (leere) Äußerung der leeren Zeichenkette ϵ , symbolisch: $u_0 = \epsilon$. Schweigt der Nutzer nicht (= Fall 2), so bedeutet u_0 die Transkription seiner (nicht-leeren) Äußerung, z.B. „Ich fahre jetzt zur Oma“, symbolisch $u_0 = \text{„Ich fahre jetzt zur Oma“}$.⁸

$B_0 = \{u_0\}.$

Im ersten Fall also

$B_0 = \{\epsilon\},$

im zweiten Fall

$B_0 = \{\text{„Ich fahre jetzt zur Oma“}\}.$

Zu C_0 assoziieren wir im ersten Fall (dem Schweigen) das Äußerungs-Bedeutungs-Paar

$$(\varepsilon, (\neg H, \neg H)),$$

im zweiten Fall das Äußerungs-Bedeutungs-Paar

$$(\text{„Ich fahre jetzt zur Oma“}, (\neg H, H)).^9$$

Die Zuordnungen der beiden Arbeitszustände erklären sich aus folgenden Systemregeln:¹⁰

Regel 1: Schweigt der Nutzer, so geht das System davon aus, dass der Nutzer mit dem aktuellen Arbeitszustand zufrieden ist und der Arbeitszustand nicht gewechselt werden soll.

Regel 2: Erfolgt eine nicht-leere Äußerung des Nutzers, so geht das System davon aus, dass der Nutzer mit dem aktuellen Arbeitszustand unzufrieden ist und der Arbeitszustand gewechselt werden soll.

Dementsprechend ändert das System im vorliegenden ersten Fall (entsprechend erster Regel) seinen Arbeitszustand nicht, während es dies im zweiten Fall (entsprechend zweiter Regel) tut. Damit assoziieren wir zu C_0 im ersten Fall die Menge $M_1 = \{(\varepsilon, (\neg H, \neg H))\}$ sowie den Arbeitszustand $\neg H$,

$$C_0 = \{M_1 = \{(\varepsilon, (\neg H, \neg H))\}, \neg H\},$$

und im zweiten Fall die Menge $M_1 = \{(\text{„Ich fahre jetzt zur Oma“}, (\neg H, H))\}$ sowie den Arbeitszustand H :

$$C_0 = \{M_1 = \{(\text{„Ich fahre jetzt zur Oma“}, (\neg H, H))\}, H\}.$$

Zum Zeitpunkt $k = 1$ gilt nun für die semantischen Anker der Antecedents, dass diese denen der Consequences zum Zeitpunkt $k = 0$ entsprechen:

$$A_1 := C_0$$

bzw. allgemein

$$A_{k+1} := C_k.$$

Analog zu B_0 assoziieren wir zu B_1 die sprachliche Äußerung u_1 . Diese entspricht entweder $u_1 = \varepsilon$ im Falle des Schweigens oder der Transkription der sprachlichen Äußerung. Dabei nehmen wir zwei mögliche Äußerungen an, zum einen $u_1 = \text{„Ich fahre jetzt zur Oma“}$ zum anderen $u_1 = \text{„Nicht schon wieder“}$. Entsprechend gilt

$$B_1 = \{\varepsilon\}$$

oder

$$B_1 = \{\text{„Ich fahre jetzt zur Oma“}\}.$$

oder

$$B_1 = \{\text{„Nicht schon wieder“}\}.$$

C_1 ist nun entsprechend den sechs möglichen Fällen¹¹ zu betrachten.

Fall 1.1: Hat der Nutzer zum Zeitpunkt $k = 0$ geschwiegen und schweigt er auch zum Zeitpunkt $k = 1$, so sind die semantischen Anker von C_1 gleich denen von A_1 :

$$C_1 = A_1 = \{M_2 = \{(\epsilon, (\neg H, \neg H))\}, \neg H\}.$$

Fall 1.2: Der Nutzer hat zum Zeitpunkt $k = 0$ geschwiegen und äußert nun $u_1 = \text{„Ich fahre jetzt zur Oma“}$, sodass die Menge der Äußerungs-Bedeutungs-Paare neben dem bereits bekannten Äußerungs-Bedeutungs-Paar $(\epsilon, (\neg H, \neg H))$, das neu gelernte Äußerungs-Bedeutungs-Paar $(\text{„Ich fahre jetzt zur Oma“}, (\neg H, H))$ als neues Element enthält:

$$M_2 = \{(\epsilon, (\neg H, \neg H)), (\text{„Ich fahre jetzt zur Oma“}, (\neg H, H))\}.$$

Die Äußerung mit der Transkription „Ich fahre jetzt zur Oma“ wurde in diesem Fall zum ersten Mal geäußert und aufgrund der zweiten Regel als Wechsel des Arbeitszustands aufgefasst. Entsprechend wird auch der Arbeitszustand von Nicht-Heizen zu Heizen gewechselt, sodass C_1 gleich der Menge mit den Elementen M_2 und H ist:

$$C_1 = \{M_2 = \{(\epsilon, (\neg H, \neg H)), (\text{„Ich fahre jetzt zur Oma“}, (\neg H, H))\}, H\}.$$

Fall 1.3: Der Nutzer hat zum Zeitpunkt $k = 0$ geschwiegen und äußert nun $u_1 = \text{„Nicht schon wieder“}$. Die Transkription von u_1 ist zwar in diesem Fall eine andere als im Fall von 1.2, allerdings handelt es sich wie dort um eine zum ersten Mal geäußerte Äußerung, sodass bis auf den Sachverhalt, dass die Transkription von u_1 eine andere ist, die Assoziation der semantischen Anker zu C_1 der im Fall von 1.2 entspricht:

$$C_1 = \{M_2 = \{(\epsilon, (\neg H, \neg H)), (\text{„Nicht schon wieder“}, (\neg H, H))\}, H\}.$$

Kommen wir nun zu den (interessanteren) Fällen 2.1 bis 2.3.

Fall 2.1: Die Äußerung zum Zeitpunkt $k = 0$ war bekanntlich $u_0 = \text{„Ich fahre jetzt zur Oma“}$. Als B_1 nehmen wir nun Schweigen an, $u_1 = \epsilon$, sodass das neue Äußerungs-Bedeutungs-Paar $(\epsilon, (H, H))$ als weiteres Element zur Menge der Äußerungs-Bedeutungs-Paare hinzugefügt wird:

$$M_2 = \{ („Ich fahre jetzt zur Oma“, (\neg H, H)), (\epsilon, (H, H)) \}^{12}$$

Zugleich wird der Arbeitszustand entsprechend der ersten Regel nicht geändert, sodass wir folgende Menge semantischer Anker zu C_1 assoziieren:

$$C_1 = \{ M_2 = \{ („Ich fahre jetzt zur Oma“, (\neg H, H)), (\epsilon, (H, H)) \}, H \}.$$

Fall 2.2: Der Nutzer wiederholt seine Äußerung („Ich fahre jetzt zur Oma“) vom Zeitpunkt $k = 0$ zum nächstfolgenden Zeitpunkt $k = 1$. Zwar wurde die Äußerung bereits getätigt, dies geschah allerdings in einem anderen Kontext (beim gegensätzlichen Arbeitszustand), sodass ein neues Äußerungs-Bedeutungspaar gelernt wird:

$$(„Ich fahre jetzt zur Oma“, (H, \neg H)).$$

Zudem nehmen wir eine weitere, letzte Systemregel an:

Regel 3: Erfolgt auf eine nicht-leere Äußerung (unverzüglich) eine (weitere) nicht-leere Äußerung des Nutzers, so korrigiert das System die Bedeutung der vorigen Äußerung.

Damit wird das Äußerungs-Bedeutungs-Paar („Ich fahre jetzt zur Oma“, $(\neg H, H)$) aus der Menge M_1 nicht in die neue Menge M_2 übernommen, sondern der Äußerung „Ich fahre jetzt zur Oma“ die gegenteilige Bedeutung, sprich $(\neg H, \neg H)$ anstatt $(\neg H, H)$, zugewiesen und als zusätzliches Äußerungs-Bedeutungs-Paar

$$\{ („Ich fahre jetzt zur Oma“, (\neg H, \neg H))$$

in die aktuelle Menge der Äußerungs-Bedeutungs-Paare hinzugefügt:

$$M_2 = \{ („Ich fahre jetzt zur Oma“, (H, \neg H)), („Ich fahre jetzt zur Oma“, (\neg H, \neg H)) \}.$$

Die Äußerung „Ich fahre jetzt zur Oma“ bedeutet damit, dass unabhängig vom aktuellen Arbeitszustand nicht (mehr) geheizt werden soll. Da der aktuelle Arbeitszustand im konkreten Fall Heizen war, assoziieren wir zu C_2 neben M_2 auch den neuen Arbeitszustand Nicht-Heizen:

$$C_1 = \{ M_2 = \{ („Ich fahre jetzt zur Oma“, (\neg H, \neg H)), („Ich fahre jetzt zur Oma“, (H, \neg H)) \}, \neg H \}.$$

Fall 2.3: Der Nutzer äußert nach seiner Äußerung („Ich fahre jetzt zur Oma“) vom Zeitpunkt $k = 0$ zum nächstfolgenden Zeitpunkt $k = 1$ die neue Äußerung $u_1 =$ „Nicht schon wieder“. Entsprechend der zweiten Regel führt diese zum Äußerungs-Bedeutungs-Paar

$$(„Nicht schon wieder“, (H, \neg H)),$$

und entsprechend der dritten Regel wird die Bedeutung der vorausgehenden Äußerung dem gewechselten Arbeitszustand ($\neg H$) angepasst, was mit einer entsprechenden Nicht-Übernahme des Äußerungs-Bedeutungspaars

(„Ich fahre jetzt zur Oma“, ($\neg H$, H))

aus M_1 und der Hinzufügung des Äußerungs-Bedeutungs-Paars mit der entgegengesetzten Konsequenz

(„Ich fahre jetzt zur Oma“, ($\neg H$, $\neg H$))

in M_2 einhergeht:

$M_2 = \{(\text{„Nicht schon wieder“}, (H, \neg H)), (\text{„Ich fahre jetzt zur Oma“}, (\neg H, \neg H))\}$

Da zudem der aktuelle Arbeitszustand gewechselt wurde, assoziieren wir zu C_1 die folgende Menge semantischer Anker:

$C_1 = \{M_2 = \{(\text{„Nicht schon wieder“}, (H, \neg H)), (\text{„Ich fahre jetzt zur Oma“}, (\neg H, \neg H)), \neg H\}$.

Alle nun zu den nächsten Zeitpunkten folgenden Äußerungen führen zwar zu neu gelernten Äußerungs-Bedeutungs-Paaren, allerdings erfolgt dieses Lernen ausschließlich nach dem bislang dargestellten ABC-Schema und den drei aufgeführten Systemregeln.

4. Erweiterung des konkreten Beispiels

Mit der bloßen Verarbeitung von Nutzeräußerungen sowie der Beschränkung des Handlungsspielraums des Systems auf Heizen und Nicht-Heizen liegt ein idealtypisches Minimalbeispiel vor, das jedoch in beiderlei Hinsicht ergänzt werden kann. So können neben der Nutzeräußerung weitere sensorische Metadaten in die Äußerungs-Bedeutungs-Paare einfließen wie z.B. – am naheliegendsten – die jeweils aktuelle Raumtemperatur (θ). Hierzu ersetzen wir in unseren Äußerungs-Bedeutungs-Paaren jeweils die erste Komponente, nämlich die leere oder nicht-leere sprachliche Äußerung u , durch eine zweielementige Menge bestehend aus u und θ :

$(\{u, \theta\}, (H, H)),$
 $(\{u, \theta\}, (H, \neg H)),$
 $(\{u, \theta\}, (\neg H, H)),$
 $(\{u, \theta\}, (\neg H, \neg H)).$

Dementsprechend kann dann die gleiche Äußerung abhängig von der jeweiligen Temperatur Unterschiedliches bedeuten. Zudem lassen sich durch

das Aufstellen zusätzlicher Systemregeln mittels der Berücksichtigung der aktuellen Raumtemperatur auch implizit Mindest- und Höchst-Temperaturen – gleich einem Thermostat – erlernen.¹³

Entscheidend ist jedoch, dass der Handlungsspielraum des Systems erweitert werden kann, ohne dass auf die grundlegende Struktur des Erlernens von Äußerungs-Bedeutungs-Paaren in einem Tabula-Rasa-System verzichtet werden müsste. Nehmen wir an, dass die kognitive Heizung nur ein Bestandteil eines Smart-Home-Systems wäre, so könnte das System nicht nur die Heizung, sondern auch das Licht ein- und ausschalten (L, ¬L). Da es sich wie beim Heizen und Nicht-Heizen um das Systemverhalten handelt, das hinsichtlich Antecedents und Consequences zu unterscheiden ist, ist dieses analog diesem in Form geordneter Paare zu modellieren – (L, L), (L, ¬L), (¬L, L), (¬L, ¬L) – und als weitere Komponente eines geordneten Paares, das selbst wiederum die zweite Komponente des Äußerungs-Bedeutungs-Paares darstellt, anzunehmen. Der leichten Lesbarkeit wegen notieren wir diese zweite Komponente des Äußerungs-Bedeutungs-Paares mit eckigen Klammern anstelle von runden Klammern. Insgesamt sind so 16 Äußerungs-Bedeutungs-Paare möglich:

$\{\{u, \}, [(H, H), (L, L)]\}$,	$\{\{u, \theta\}, [(H, H), (L, \neg L)]\}$,	$\{\{u, \theta\}, [(H, H), (\neg L, L)]\}$,
$\{\{u, \theta\}, [(H, H), (\neg L, \neg L)]\}$,	$\{\{u, \theta\}, [(H, \neg H), (L, L)]\}$,	$\{\{u, \theta\}, [(H, \neg H), (L, \neg L)]\}$,
$\{\{u, \theta\}, [(H, H), (\neg L, L)]\}$,	$\{\{u, \theta\}, [(H, H), (\neg L, \neg L)]\}$,	$\{\{u, \theta\}, [(\neg H, H), (L, L)]\}$,
$\{\{u, \theta\}, [(\neg H, H), (L, \neg L)]\}$,	$\{\{u, \theta\}, [(\neg H, H), (\neg L, L)]\}$,	$\{\{u, \theta\}, [(\neg H, H), (\neg L, \neg L)]\}$,
$\{\{u, \theta\}, [(\neg H, \neg H), (L, L)]\}$,	$\{\{u, \theta\}, [(\neg H, \neg H), (L, \neg L)]\}$,	$\{\{u, \theta\}, [(\neg H, \neg H), (\neg L, L)]\}$,
$\{\{u, \theta\}, [(\neg H, \neg H), (\neg L, \neg L)]\}$.		

Die drei Systemregeln gelten auch im Falle eines solchen erweiterten Handlungsspielraums. Es ist seitens des Systems lediglich zu berücksichtigen, dass die einzelnen Arbeitszustände der Reihe nach (daher auch die Annahme eines geordneten Paares statt einer Menge) ‚abgearbeitet‘ werden müssen. D.h. also, dass das System im Falle dessen, dass der Nutzer mit seiner Äußerung nicht das Heizverhalten, sondern das Lichtverhalten ändern will, nach Regel 2 erst den aktuellen Heizzustand ändert, nach einer danach konsequenterweise erfolgenden weiteren Äußerung des Nutzers nach Regel 2 den Heizzustand nochmals ändert, also auf den ursprünglichen Heizzustand stellt, nach Regel 3 eine Bedeutungskorrektur der ersten Äußerung hinsichtlich des Heizverhaltens vornimmt und zugleich – nun wiederum nach Regel 2 (da nunmehr mehrere Handlungsmöglichkeiten existieren) – den aktuellen Lichtzustand ändert und ein entsprechendes Äußerungs-Bedeutungs-Paar in die Menge aller Äußerungs-Bedeutungs-Paare, M, aufnimmt. Da der Nutzer die Änderung des Lichtverhaltens intendierte, wird er nunmehr schweigen und das System nach Regel 1 den Arbeitszustand hinsichtlich des Lichts nicht ändern.

5. Semiotische Kontextualisierung

Die von der Maschine gelernten Äußerungs-Bedeutungs-Paare fassen wir als Zeichen mit zwei Konstituenten auf. Die erste Konstituente ist eine leere oder nicht-leere Zeichenkette, die als Zeichenträger fungiert und die erste Komponente des geordneten Äußerungs-Bedeutungs-Paars darstellt. Die zweite Konstituente ist das geordnete Paar mit dem Arbeitszustand vor der jeweiligen (leeren oder nicht-leeren) Äußerung und dem Arbeitszustand nach der jeweiligen (leeren oder nicht-leeren) Äußerung. Als Ganzes stellt dieses geordnete Paar, das die zweite Komponente des geordneten Äußerungs-Bedeutungs-Paars ist, die Bedeutung dar.¹⁴ Trotz dieser dyadischen Struktur der von der Maschine gelernten (bzw. zu lernenden) Äußerungs-Bedeutungs-Paare empfiehlt sich für ein besseres Verständnis der Besonderheiten der hier gelernten Zeichen ein triadisches Zeichenmodell.

Da die Bedeutung einer Äußerung allein durch den Handlungsspielraum der Maschine bestimmt ist, wird die von der Maschine gelernte Bedeutung einer Nutzeräußerung fast niemals (d.h. außer in Fall von Äußerungen wie z.B. „Heize“ oder „Erhöhe die Temperatur“) mit der extramaschinellen Bedeutung der Äußerung übereinstimmen. Diese zu Beginn des Textes als deskriptive Bedeutung der Nutzeräußerungen bezeichnete Bedeutung existiert aber – wenn auch nicht für die und innerhalb der Maschine. Und weil sie existiert, ist es empfehlenswert sie als dritte Konstituente, wenn auch nicht als Bestandteil des Äußerungs-Bedeutungs-Paars, so doch als Bestandteil des jenseits dieses liegenden, reflexiven Zeichenmodells zu berücksichtigen. Ob man diese dritte Konstituente nun als Referenten bezeichnen bzw. ansehen sollte, ist dabei durchaus eine Überlegung wert. Zwar handelt es sich bei dem, was hier als dritte Konstituente aufgefasst wird, um das Referenzobjekt, allerdings handelt es sich bei diesem Objekt stets um eine Bedeutung, die deskriptive (außermaschinelle) Bedeutung des Zeichenträgers, also stets um eine Vorstellung und nie um eine Entität im Sinne eines existierenden Dings. Würde beispielsweise der Nutzer die Äußerung „Einhorn“ benutzen, so wäre „Einhorn“ der Zeichenträger, die Bedeutung der Wechsel oder Nicht-Wechsel von Heizen oder Nicht-Heizen und der Referent tatsächlich existent, da es sich hierbei um die extramaschinelle, kulturelle Bedeutung des Zeichenträgers „Einhorn“ (als pferdeähnliches Fabelwesen mit einem langen Horn in der Mitte der Stirn) handelt und eben nicht um die nicht-existente Entität Einhorn. Dennoch kann im Kontext eines so verstandenen Referenten der Fall eintreten, dass es keinen Referenten gibt und zwar genau dann, wenn es keine deskriptive bzw. außermaschinelle Bedeutung des benutzten Zeichenträgers gibt.

Ein zentrales Unterfangen der Semiotik war die Entwicklung von generellen oder spezifischen Zeichentypologien, sodass es eine Vielzahl von Einteilungen gibt, die unterschiedlich differenziert und unterschiedlich elaboriert mit unterschiedlichen Kriterien arbeiten, unterschiedliche Zeichentypen aufstellen und nicht selten mit gleichen Begriffen Unterschiedliches und Gleiches mit unterschiedlichen Begriffen meinen.¹⁵ Was unseres Erach-

tens relevanter als das Ergebnis ist, ein konkretes Zeichen (oder Zeichentyp) in diese oder jene Kategorie eingeordnet zu haben, ist der Prozess, die Untersuchung des konkreten Zeichens (oder Zeichentyps) anhand der jeweiligen Einteilungskriterien. Auf diese Weise ist es möglich, Eigenschaften und Eigenheiten des untersuchten Zeichens (oder Zeichentyps) zu erkennen. Entsprechend sollen im Folgenden einige (wenige) Differenzierungskriterien betrachtet werden.

Die klassische auf Saussure zurückgehende Unterscheidung von Arbitrarität und Motiviertheit ist für uns insofern von Interesse, als dass in unserem Beispiel lediglich verbale Äußerungen als Zeichenträger in Frage kommen. Demgemäß dürfte es schwer fallen eine Motiviertheit von Phonem- bzw. (aufgrund der Transkription) Graphemfolgen zu den maschinellen Bedeutungen Heizen und Nicht-Heizen (bzw. genauer dem entsprechenden Wechsel oder Nicht-Wechsel) zu finden, sodass durchgehend von einer arbiträren Relation auszugehen ist. Betrachtet man hingegen nicht die Relation von Zeichenträger und Bedeutung, sondern jene von Bedeutung und Referent, so lässt sich stets dann eine Motiviertheit unterstellen, wenn die außermaschinelle deskriptive oder außermaschinelle pragmatische Bedeutung des Zeichenträgers der maschinellen Bedeutung entspricht. Das betrifft naheliegende Äußerungen wie „Heize!“, „Erhöhe die Temperatur“, aber eben auch „Ich fahre jetzt zur Oma“, dessen außermaschinelle pragmatische Bedeutung in der Tat bedeuten kann, dass keine Heizleistung benötigt wird, und sogar rein negative oder affirmative Äußerungen als Reaktionen auf Arbeitszustandswechsel der Maschine wie das verwendete „Nicht schon wieder“.

Interessant ist auch die Unterscheidung von Zeichen nach ihrer Komplexität bzw. Simplizität, die in unserem Fall ebenfalls abhängig davon, was betrachtet wird, also der Zeichenträger, die Bedeutung oder der Referent, unterschiedliche Ergebnisse liefert: Bezieht man sich auf die Bedeutung, so muss im Falle des konkreten Beispiels mit den zugrundeliegenden Arbeitszuständen Heizen und Nicht-Heizen das Zeichen als simpel erachtet werden. Ob das mit größerem Handlungsspielraum der Maschine auch weiterhin der Fall ist, sei jedoch dahingestellt. Sowohl hinsichtlich der Komplexität des Zeichenträgers als auch des Referenten liegt hingegen eine Kontingenz vor: Das Schweigen als leere Zeichenkette ist in seiner Simplizität nicht zu überbieten, doch auch nicht-leere Zeichenketten können simpel sein. Sie können aber auch, was die Länge und syntaktische Komplexität betrifft, höchst komplex sein. Inwiefern man beim Referenten, hier also der extramaschinellen deskriptiven oder extramaschinellen pragmatischen Bedeutung des Zeichenträgers, zwischen Simplizität und Komplexität differenzieren kann und soll, ist hingegen weniger eindeutig. Unseres Erachtens bietet sich zur Differenzierung das Kriterium des Grads an Explizität bzw. Implizität zwischen extramaschineller und maschineller Bedeutung des Zeichenträgers an – auch wenn damit anders als zuvor nicht nur die interne Struktur des Referenten betrachtet wurde, sondern dessen Verhältnis zur (maschinellen) Bedeutung.

Obwohl mit der Anwendung der Kriterien Arbitrarität vs. Motiviertheit und Komplexität vs. Simplizität nur ein Bruchteil derjenigen Kriterien berücksichtigt wurde, die im Kontext dyadischer und triadischer Zeichenmodelle aufgestellt wurde¹⁶, empfiehlt sich nunmehr das Eingehen auf Differenzierungskriterien, die jenseits von Zeichenträger, Bedeutung und Referent liegen und die Relation des Zeichensenders und Zeichenempfängers ins Auge fassen. Eine dahingehend triviale – jedoch keineswegs irrelevante – Differenzierung ist jene, die anhand des Sachverhalts vorgenommen wird, ob der Sender an- oder abwesend ist. Die dahinterliegende Idee ist die Absicht, natürliche Zeichen zu klassifizieren. In unserem Kontext ist die Frage nach der Abwesenheit insofern interessant, als dass das Schweigen des Nutzers, die leere Zeichenkette, ebenfalls ein Zeichen ist und das Schweigen nicht seitens des Nutzers intendiert sein muss, sondern durch bloße Abwesenheit des Nutzers zustande kommen kann.

Intentionalität wiederum ist selbst, also auch im Falle der Anwesenheit eines Senders, ein Differenzierungskriterium. So lassen sich trotz menschlichem Sender dessen nicht-intentionale Zeichenprodukte von intentionalen Zeichenproduktionen unterscheiden und erstere wiederum als natürliche Zeichen klassifizieren. Aufbauend auf der Differenzierung von Intentionalität einerseits und Sender- und Empfängerbezogenheit andererseits entwickelte z.B. Morris (1981: 169ff.) eine Zeichentypologie, nach der sich die hier vom Nutzer intentional produzierten Zeichen als Präskriptoren klassifizieren ließen, da sie eine Verpflichtung des Senders enthalten. Für uns hingegen ist die Frage nach der Intentionalität dann relevant, wenn nicht der menschliche Sender fokussiert wird, sondern die Maschine.¹⁷ Die Steuerung einer Maschine bzw. deren inneres Modell kann (und muss) zwar Präskriptionen umfassen¹⁸, Intentionen hingegen nicht. Ganz im Gegenteil: Eine Maschine hat nicht nur keine Intentionen, sie kann auch keine haben.¹⁹

6. Epilog

Während für Saussure die Semiotik die Wissenschaft von den Zeichensystemen ist (Saussure 2011: 76ff.), ist sie für Peirce vielmehr die Wissenschaft von den Zeichenprozessen: „die Lehre von der eigentlichen Natur und von den grundlegenden Varianten möglicher Semiose“ (CP 5.488)²⁰, wobei unter Semiose „eine Handlung oder ein Einfluß [zu verstehen ist], welcher die Zusammenwirkung dreier Subjekte beinhaltet oder involviert, nämlich einem Zeichen, seinem Objekt und seinem Interpretanten“ (CP 5.484). Peirce' Auffassung ist im Kontext unserer Darstellung von doppeltem Interesse. Zum einen bekräftigt sie unseren Fokus auf das Zustandekommen der Äußerungs-Bedeutungs-Paare (und damit zuvorderst die Darstellung des Unterschieds zwischen menschlichem und maschinellem Verstehen)²¹, zum anderen rückt sie den Empfänger als Interpretanten in den Vordergrund und damit in unserem Fall die im Dialog lernende Maschine: „Jede logische Entwicklung von Gedanken ist dialogisch“ (CP 4.551). Und

obwohl in unserem konkreten Beispiel nur der Nutzer verbale Äußerungen von sich gibt, artikuliert sich die Maschine durch die Reaktion auf diese Nutzeräußerungen, indem sie ihren Arbeitszustand ändert oder nicht. Dieser aktuelle Arbeitszustand kann dem Nutzer bei Bedarf – wie oben angemerkt – visuell (durchgehend) oder akustisch (bei einem Arbeitszustandswechsel) angezeigt werden. Unabhängig davon, ob die Anzeige des Arbeitszustandes explizit oder implizit (durch bloße Änderung bzw. Nicht-Änderung des Arbeitszustandes) erfolgt, handelt es sich nicht um einen Monolog, sondern um einen Dialog mit der Maschine.

Für uns entscheidend ist, dass für Peirce nicht nur Menschen als Interpretanten infrage kommen, sondern auch Maschinen. Interpretation²² und Semiose kann sich nach Peirce ausdrücklich auch ohne Beteiligung eines menschlichen Geistes ereignen. Hierzu führt er dann auch die Begriffe des Quasigeistes (CP 4.551) und Quasizeichens (CP 5.473) ein. Damit war – unseres Erachtens – Peirce weiter als neuere Autoren, wobei der Grund hierfür in der unterschiedlichen (unserer Meinung nach falschen) Fokussierung auf die Maschine als Zeichenproduzenten und nicht wie bei Peirce und uns auf die Maschine als Zeicheninterpretanten liegt. So führt etwa Nöth aus: „Zutreffend ist, dass Computer ihren Nutzern Informationen, Mitteilungen oder gar Botschaften übermitteln können. Das kann auch jedes beliebige Buch, und es ist evident, dass nicht das Buch, sondern sein Autor der eigentliche Kommunikator ist“ (Nöth 2000: 236). Uns geht es aber gerade nicht um die Übermittlung von Informationen und Botschaften durch die Maschine, sondern der, wenn auch trivialen, maschinellen Interpretation der durch den Nutzer produzierten Zeichen. Und so simpel und so alt (siehe Peirce) dieser Ansatz auch ist, so sehr wird er nicht von den aktuellen technischen persönlichen Assistenzsystemen wie etwa Alexa oder Google Home Assistent verfolgt. Während unser technisches System die Bedeutung von (verbalen) Nutzeräußerungen im Trial-and-Error-Verfahren lernt, würden die gängigen Systeme dem Nutzer Signalwörter, z.B. „Heizen“ und „Nicht-Heizen“, deren Bedeutung der Heizungsmaschine schon werksmäßig einprogrammiert wäre, benutzen lassen. Auch wenn Letzteres auf den ersten Blick pragmatischer sein mag als ein für den Nutzer umständliches Trial-and-Error-Verfahren lässt man derart jedoch nicht die Maschine, sondern den Menschen lernen. Von einem kognitiven technischen System oder einem maschinellen Interpretanten kann dann nicht mehr die Rede sein.

Anmerkungen

- 1 Die Steuerung einer solchen kognitiven Heizung ist bereits mittels formaler Logik und Jurij M. Lotmans Grenzüberschreitungstheorie modelliert worden (Klimczak u.a. 2014). Die Darstellung des Erlernens von Äußerung-Bedeutung-Paaren, das in dem vorliegenden Beitrag im Zentrum steht, blieb an jener Stelle allerdings ein Desiderat.
- 2 Vgl. zum Einstieg Lobin 2017. Ausführlichere Informationen bietet hingegen Thar 2015.

- 3 Zur Modellierung von Bedeutung mit semantischen Ankern siehe z.B. Wirsching und Lorenz 2013.
- 4 Skinners radikal-behavioristische Lerntheorie beruht auf einer expliziten Zweiteilung menschlichen Verhaltens, in direkt beobachtbares, äußeres Verhalten wie z.B. Gestik, Mimik, gesprochene Äußerungen einerseits und nicht direkt beobachtbares, inneres oder autoklitisches Verhalten, das nur über seine Auswirkungen auf das äußere Verhalten analysiert werden kann. Zu dieser Art von Verhalten gehören für Skinner insbesondere kognitive Prozesse.
- 5 Vgl. hinsichtlich des diesbezüglichen Skinner-Chomsky-Komplexes MacCorquodale 1970 sowie Kany und Schöler 2014.
- 6 Unter einem *geordneten Paar* oder *2-Tupel* versteht man in der Mengentheorie eine *geordnete Liste* zweier Elemente, formal meist nach Kuratowski (1921) definiert durch $(a,b) := \{\{a\},\{a,b\}\}$. Im Gegensatz zu Mengen (symbolisiert durch geschweifte Klammern), in denen die Reihenfolge der Elemente nicht festgelegt ist, ist diese in geordneten Paaren fest. Das erste Element eines geordneten Paares bezeichnet man üblicherweise als erste Komponente, das zweite Element als zweite Komponente. Die Komponenten eines geordneten Paares und die Elemente einer Menge können selbst wiederum geordnete Paare oder Mengen sein, was hier (mehrfach) der Fall ist. Siehe dazu weiter im Text.
- 7 Da wir auch Schweigen als bedeutungstragend betrachten, ist eine Art Taktung für die Zeitpunkte k erforderlich. Eine Möglichkeit ist, die Zeitpunkte näherungsweise äquidistant zu wählen, dass also der Abstand von $k = 1$ nach $k = 2$ ungefähr gleich dem Abstand von $k = 2$ nach $k = 3$ ist, usw. Jeder einzelne Zeitpunkt ist noch in die drei Abschnitte A, B, C zu zerlegen, wobei an dieser Stelle nur die Reihenfolge und nicht die Dauer relevant ist.
- 8 Nur am Rande sei angemerkt, dass man im realen Kontext den Sachverhalt, dass mit der nicht-leeren Äußerung die Maschine adressiert ist (und nicht etwaige andere Adressaten), mittels der Nutzung eines Aktivierungswortes (wie z.B. „Hey Google“ oder „Alexa“) markieren könnte.
- 9 Die symbolische Darstellung von Äußerungs-Bedeutungs-Paaren würde einheitlicher und in den meisten Fällen auch kürzer, wenn man für die Transkriptionen die Bezeichnungen $T_0 := \varepsilon$, $T_1 :=$ „Ich fahre jetzt zur Oma“ und für die Menge der Transkriptionen $T := \{T_0, T_1, T_2 \dots\}$ einführt. So schrieben sich die obigen Äußerungs-Bedeutungs-Paare einfach als $(T_0, (\neg H, \neg H))$ und $(T_1, (\neg H, H))$.
- 10 Eine mathematisch elaboriertere Darstellung des Algorithmus sowie eine Verortung der Maschinensemiotik im Kontext der Dynamischen Semantik wird in Klimczak u.a. (in Vorb.) zu finden sein.
- 11 Zum vorigen Zeitpunkt $k = 0$ lagen zwei Möglichkeiten vor, zum jetzigen Zeitpunkt $k = 1$ liegen drei Möglichkeiten vor. Entsprechend gilt: $2 \times 3 = 6$.
- 12 Zu beachten ist, dass das Schweigen (im Gegensatz zum ersten Fall bei $k = 0$) in diesem Fall zum Äußerungs-Bedeutungs-Paar mit Heizen im Bedeutungsteil (2. Komponente) führt, da Heizen der aktuelle Arbeitszustand ist.
- 13 Ein solches System wurde – allerdings jenseits der hier präsentierten Äußerungs-Bedeutungs-Paare für leere und nicht-leere Nutzeräußerungen – in Klimczak u.a. 2014 vorgestellt.

- 14 An dieser Stelle sei zudem explizit darauf hingewiesen, dass zwar wahr ist, dass eine (bzw. die) leere Äußerung aufgrund der Definition, dass eine solche keinen Wechsel des Arbeitszustandes evoziert (Systemregel 1), die Bedeutung (H, H) und (\neg H, \neg H) hat, es jedoch falsch ist, anzunehmen, dass für eine nicht-leere Äußerung das Komplement gilt. Eine nicht-leere Äußerung hat zwar, da sie nach der zweiten Systemregel als Wechsel des Arbeitszustandes verstanden wird, zunächst die Bedeutung (H, \neg H) oder (\neg H, H), allerdings kann diese nach der dritten Systemregel (also mittels einer nicht-leeren Äußerung auf eine nicht-leere Äußerung) eine Bedeutungskorrektur hin zu (H, H) bzw. (\neg H, \neg H) erfahren. Nicht-leere Äußerungen können also durchaus affirmative Bedeutungen haben.
- 15 Vgl. für einen aktuellen Überblick Nöth 2000: 59ff. und 131ff. Einen älteren, aber sehr systematischen Überblick nach den jeweiligen Zeichenkriterien bietet Eco 1977: 37ff. Bezüglich einer Kritik am semiotischen Unterfangen der Zeichentypologisierung vgl. Eco 1987: 230ff.
- 16 Von großem Interesse wäre beispielsweise die Diskussion um die Konventionalität von Zeichen, da wir es hier, was den Möglichkeitsraum der Äußerungen angeht, quasi mit einem Mix aus natürlichen Sprachen und Privatsprachen zu tun haben.
- 17 Dabei ist die Maschine selbst in unserem Beispiel nicht nur als Empfänger, sondern auch als Sender zu betrachten, gibt die Maschine doch, wie oben beschrieben und noch unten weiter ausgeführt wird, unmittelbar durch ihre Arbeit bzw. Nicht-Arbeit und/oder mittelbar visuell oder akustisch ihren jeweiligen Arbeitszustand wieder.
- 18 Vgl. auch dahingehend die Modellierung einer kognitiven Heizung in Klimczak u.a. 2014.
- 19 Um die Unmöglichkeit von maschinellen Intentionen zu deklarieren, bedarf es im Übrigen keiner metaphysischen Reflexion, sondern allein der Berücksichtigung, dass Intentionen im Gegensatz zu Präskriptionen ihrer Art nach widersprüchlich sein können (und dürfen), formale und damit auch technische Systeme, sollen sie funktionieren, jedoch widerspruchsfrei modelliert sein müssen. Vgl. zur formallogischen Besonderheit von Intentionen Zoglauer 1998: 109. Es ist zwar ohne Weiteres möglich, Intentionen als Präskriptionen zu modellieren und damit funktionale Systeme aufzubauen, allerdings handelt es sich hierbei nicht mehr um Intentionen, da ihr wesentliches Merkmal (ihre Widersprüchlichkeit) eliminiert ist. Vgl. hierzu Klimczak 2016: 61f.
- 20 Peirce wird hier in der üblichen Dezimalnotierung der Collected Papers zitiert. Die Zahl vor dem Punkt nennt den Band, die Zahl nach dem Punkt den Paragraphen.
- 21 Konkret also, dass ein technisches semiotisches System nur die wenigen Semantiken lernen, erkennen und verarbeiten muss, welche für seinen Handlungsspielraum relevant sind. Eine semantische Analyse der Nutzeräußerungen im herkömmlichen Sinne ist im Prinzip vollständig unnötig, da die Bedeutung nur in den Vorbedingungen und gewünschten Konsequenzen liegt.
- 22 Spätestens hier könnte man diskutieren, ob es sich bei der hier präsentierten Maschine um eine interpretierende Instanz und damit einen Interpretanten i.e.S. oder lediglich um eine reagierende Instanz handelt (vgl. auch den im Absatz zuvor von uns verwendeten Ausdruck der ‚maschinellen Reaktion‘). Es handelt sich hierbei durchaus um eine Unterscheidung die Peirce trifft, um indexikalische Zeichen

zu klassifizieren: „Psychologisch beruht die Wirkung der Indices auf einer Kontiguitätsassoziation und nicht auf einer Similaritätsassoziation oder auf intellektuellen Operationen.“ (CP 2.306). Auch wenn die Attribute „interpretierend“ und „intellektuell“ ein wenig zu hoch gegriffen scheinen für das, was unsere Maschine leistet und man eher sagen würde, dass die Maschine entsprechend der drei Systemregeln „reagiert“, so meint, wenn wir Peirce richtig verstehen, „reagieren“ etwas anderes: Zeichenträger und Bedeutung stehen in einer solchen Relation, die keine Interpretation möglich macht, so dass die (dritte) Instanz des Interpretanten keine wirkliche Funktion hat. Oder um mit den Worten von Nöth (2000: 185) zu sprechen: „Die Phänomene, in denen sich solche dyadischen Relationen manifestieren, sind solche der naturgesetzlichen Kausalität, der beobachteten zeitlichen und räumlichen Kontiguität sowie der merologischen (Teil-Ganzes-)Beziehungen“. In unserem Beispiel ist jede Äußerung interpretationsbedürftig, wenn auch der Möglichkeitsraum der möglichen Interpretationen – abhängig vom Handlungsspielraum der Maschine – gering sein mag.

Literatur

- Chomsky, Noam (1959). Verbal Behavior by B.F. Skinner. *Language* 35, 1, 26–58.
- Eco, Umberto (1977). *Zeichen. Einführung in einen Begriff und seine Geschichte*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Eco, Umberto (1987). *Semiotik. Entwurf einer Theorie der Zeichen*. München: Fink.
- Kany, Werner und Hermann Schöler (2014). Skinner und Chomsky: Zwei Protagonisten der Spracherwerbsforschung. In: Lieselotte Ahnert (ed.). *Theorien in der Entwicklungspsychologie*. Berlin: Springer VS, 486–501.
- Klimczak, Peter (2016). *Formale Subtextanalyse. Kalkülisierung von Narration und Interpretation*. Münster: Mentis.
- Klimczak, Peter, Matthias Wolff, Jens Lindemann, Christer Petersen, Ronald Römer und Thomas Zoglauer (2014). Die Kognitive Heizung. *Elektronische Sprachsignalverarbeitung* 25, 89–96.
- Klimczak, Peter, Günther Wirsching und Peter beim Graben (in Vorb.). Machine semiotics as dynamic semantics. *Journal of Logic, Language and Information* 30.
- Kuratowski, Kazimierz (1921). Sur la notion de l'ordre dans la Théorie des Ensembles. *Fundamenta Mathematicae* 2, 1, 161–171.
- Lobin, Henning (2017). Sprachautomaten. URL: https://scilogs.spektrum.de/engelbartgalaxis/sprachautomaten/#_edn6 [letzter Zugriff am 31.12.2019].
- MacCorquodale, Kenneth (1970). On Chomsky's Review of Skinner's Verbal Behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior* 13, 1, 83–99.
- Morris, Charles W. (1981). *Zeichen, Sprache und Verhalten*. Frankfurt am Main: Ullstein.
- Nöth, Winfried (2000). *Handbuch der Semiotik*. Stuttgart: Metzler.
- Saussure, Ferdinand de (2011). *Grundfragen der allgemeinen Sprachwissenschaft*. Berlin: de Gruyter.
- Skinner, Burrhus F. (1957). *Verbal Behavior*. Acton (ON): Copley.
- Thar, Evelyn (2015). „Ich habe Sie leider nicht verstanden“. *Linguistische Optimierungsprinzipien für die mündliche Mensch-Maschine-Interaktion*. Bern: Lang.

Wirsching, Günther und Robert Lorenz (2013). Towards meaning-oriented language modelling. In: *IEEE 4th International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*. Piscataway (NJ): IEEE, 369–374.

Zoglauer, Thomas (1998). *Normenkonflikte. Zur Logik und Rationalität ethischen Argumentierens*. Stuttgart: Frommann-Holzboog.

*Priv.-Doz. Dr. phil. Dr. rer. nat. habil. Peter Klimczak
Angewandte Medienwissenschaften
Brandenburgische Technische Universität
Platz der deutschen Einheit 1
D-03046 Cottbus
E-Mail: peter.klimczak@b-tu.de*

*Prof. Dr. rer. nat. habil. Günther Wirsching
Mathematik und Statistik
Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt
Ostenstraße 26-28
D-85072 Eichstätt
E-Mail: guenther.wirsching@ku.de*