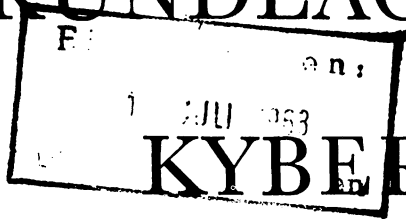


GRUNDLAGENSTUDIEN



en: AUS

KYBERNETIK

UND GEISTESWISSENSCHAFT

Eingegangen:

BAND 9
HEFT 2

10. JULI 1968 JUNI
1968

Univ.-Bibl. München

KURZTITEL
GrKG 9/2

Herausgeber

*MAX BENSE, Stuttgart, GERHARD EICHHORN †, HARDI FISCHER, Zürich
HELMAR FRANK, Berlin, GOTTHARD GÜNTHER, Champaign/Urbana (Illinois)
RUL GUNZENHÄUSER, Esslingen/Stuttgart, ABRAHAM A. MOLES, Paris
PETER MÜLLER, Karlsruhe, FELIX VON CUBE, Berlin, ELISABETH WALTHER, Stuttgart*

Schriftleiter Prof. Dr. Helmar Frank

INHALT

LOTHAR PHILIPPS	Verhaltenslogik	33
GUSTAV FEICHTINGER	Zur mathematischen Lerntheorie	39
PETER KÜMMEL	HAN-Zeichen ohne ideografische Funktion	48
HELMAR FRANK BRIGITTE FRANK-BÖHRINGER	Zur Rentabilitätsgrenze beim Lernen	59

VERLAG SCHNELLE QUICKBORN

Neuerdings vollzieht sich eine immer stärker werdende Annäherung zwischen Natur- und Geisteswissenschaft als Auswirkung methodologischer Bestrebungen, für die sich das Wort Kybernetik eingebürgert hat. Die Einführung statistischer und speziell informationstheoretischer Begriffe in die Ästhetik, die invariantentheoretische Behandlung des Gestaltbegriffs und die Tendenzen, zwischen der Informationsverarbeitung in Maschine und Nervensystem Isomorphismen nachzuweisen, sind nur drei Symptome dafür.

Die Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft sollen der raschen Publikation neuer Resultate dienen, welche diese Entwicklung zu fördern geeignet sind. Veröffentlicht werden vor allem grundlegende Ergebnisse, sowohl mathematischer, psychologischer, physiologischer und in Einzelfällen physikalischer als auch philosophischer und geisteswissenschaftlicher Art. Nur in Ausnahmefällen werden dagegen Beiträge über komplexere Fragen der Nachrichtentechnik, über Schaltungen von sehr spezieller Bedeutung, über Kunst und literaturgeschichtliche Probleme etc. angenommen. In geringer Zahl werden Buchbesprechungen veröffentlicht.

Erscheinungsweise: Viermal im Jahr mit je 32 bis 48 Seiten.

Beiheft: Im Jahr erscheint für Abonnenten ein Beiheft.

Preis: DM 4,80 je Heft und Beiheft.

Im Abonnement Zustellung und Jahreseinbanddeckel kostenlos. Bezug: durch Buchhandel oder Verlag.

Manuskriptsendungen: an Schriftleitung gemäß unserer Richtlinien auf der dritten Umschlagseite.

Schriftleitung

Prof. Dr. Helmar Frank

Institut für Kybernetik

Berlin 46, Malteserstr. 74/100

Les sciences naturelles et les sciences humaines se rapprochent de plus en plus; ce rapprochement est une conséquence des tendances méthodologiques appelées cybernétique. L'introduction en esthétique de termes statistiques et surtout de termes de la théorie de l'information, le fait de considérer mathématiquement la notion de Gestalt comme une invariante, et les tendances à chercher des isomorphismes entre la transformation de l'information par les machines et par le système nerveux sont seulement trois exemples du dit rapprochement. Les «Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft» ont pour but de publier rapidement des résultats nouveaux capables de contribuer à ce développement. Surtout des résultats fondamentaux (soit de caractère mathématique, psychologique, physiologique et quelquefois physique — soit de caractère philosophique ou appartenant aux sciences humaines) sont publiés. Par contre des travaux concernant soit des questions assez complexes de la théorie de communication et télécommunication, soit des réseaux électriques ayant des buts trop spéciaux, soit des problèmes de l'histoire de l'art et de la littérature etc. ne sont acceptés qu'exceptionnellement aussi que les comptes rendus de nouveaux livres.

Il paraissent 4 numéros de 32 à 48 pages par an et un numéro spécial, pour les abonnés. Prix: DM 4.80 le numéro (et le numéro spécial) L'envoi et la couverture du tome complet (à la fin de chaque année) est gratis pour les abonnés.

Les G KG sont vendus en librairie ou envoyés par les Editeurs Schnelle

Les manuscrits doivent être envoyés au rédacteur en chef. Quant à la forme voir les remarques à la page 3 de cette couverture.

Rédacteur en chef

Prof. Dr. Helmar Frank

Institut für Kybernetik

Berlin 46, Malteserstr. 74/100

Natural and cultural sciences are in train to come together closer and closer as a consequence of methodological tendencies called cybernetics. The introduction of terms of statistics and specially of information theory into the terminology of esthetics, the interpretation of 'Gestalten' as mathematical invariants, and the search for isomorphisms by comparing information handling in computers and the brain are only three symptoms of the process mentioned above.

The Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft would like to cultivate this tendencies by rapid publication of new results related to cybernetics, especially results of basic interest, no matter whether belonging to the field of mathematics, psychology, physiology and sometimes even of physics, or rather to the fields of philosophy and cultural sciences. But papers which concern complex technical problems of transmission and processing of information, or electrical networks with very limited purpose, or the history of art and literature, are accepted only exceptionally. There will also be few recensions of books.

G KG are published in 4 numbers each year, with 32-48 pages per number. A special number is edited each year for the subscribers.

Price: DM 4.80 per number (and special number) Mailing and cover of the volume (to be delivered together with the last number each year) is free for subscribers. The G KG may be received by booksellers or directly by the publisher.

Papers should be sent to the editors. For the form of manuscript see page 3 of this cover.

Editor

Prof. Dr. Helmar Frank

Institut für Kybernetik

Berlin 46, Malteserstr. 74/100

VERHALTENSLOGIK

von Lothar Philipps, St. Ingbert

Georg H. v. Wright hat in seinem Buch "Norm and Action" (1963) eine "Verhaltenslogik" (Logic of Action) entworfen, die vor allem als Grundlage der Normlogik dienen soll. v. Wrights Verhaltenslogik ist m.E. im Prinzip zutreffend und fruchtbar; im folgenden soll jedoch eine Modifikation vorgeschlagen werden, die zweckmäßig sein dürfte.

v. Wright geht davon aus, daß eine Handlung einen Vorgang voraussetzt, in den ein Subjekt eingreift. Einen Vorgang faßt er als die Abfolge zweier Zustände auf. Z. B. : Daß ich eine Tür offenhalte, setzt den Vorgang voraus, daß eine Tür sich schließt (etwa kraft einer eingebauten Feder).

In diesen Vorgang greift meine Handlung ein. Der Vorgang des Sich-Schließens der Tür läßt sich als die Abfolge zweier Zustände der Tür auffassen; daß sie offen ist, und daß sie geschlossen ist.

I.

v. Wright arbeitet zunächst die Logik der Vorgänge (Logic of Change) aus. Er charakterisiert Vorgänge durch einen dyadischen Funktor T, dessen Argumente Aussagen sind. Der Buchstabe T soll "Transformation" andeuten; um das Schriftbild zu entlasten, werde ich ihn freilich im folgenden nicht verwenden, sondern die Argumente einfach nebeneinanderschreiben.

pp z. B. besagt, daß der durch p ausgedrückte Zustand bestehen bleibt; $p\bar{p}$, daß er verschwindet. Soll p z. B. bedeuten, daß eine Tür offen ist, und \bar{p} demnach, daß sie nicht offen, also geschlossen ist, so bedeutet $p\bar{p}$, daß sie sich schließt.

Im freien Anschluß an den Carnapschen Sprachgebrauch verwendet v. Wright den Begriff der "Zustandsbeschreibung" (state-description). Eine Zustandsbeschreibung ist eine Klasse von Aussagen, die von jeder von n atomaren Aussagen entweder die Aussage selbst oder ihre Negation enthält. Im Hinblick auf n atomare Aussagen lassen sich 2^n Zustandsbeschreibungen aufstellen. Da jede der 2^n Zustandsbeschreibungen als Beschreibung eines Ausgangszustands durch den Vorgangsfunktor mit jeder der 2^n Zustandsbeschreibungen als Beschreibung eines Endzustands verknüpft werden kann, ergeben sich 2^{2^n} "Vorgangsbeschreibungen" (change-descriptions). v. Wright nimmt an, daß die Disjunktion der 2^{2^n} Vorgangsbeschreibungen eine "T-Tautologie" sei, entsprechend der tautologischen Disjunktion der 2^n Zustandsbeschreibungen. Die einfachste Form der "T-Tautologie" ist $pp \vee p\bar{p} \vee \bar{p}\bar{p}$, - eine Art "Satz vom ausgeschlossenen Fünften" in der Vorgangslgik. Z. B. : "Eine Tür (zu einem beliebigen Zeitpunkt) bleibt entweder offen, oder sie schließt sich, oder sie öffnet sich, oder sie bleibt geschlossen."

So plausibel dieser Ansatz ist, er führt zu unbequemen und keineswegs einleuchtenden Abweichungen von der herkömmlichen Aussagenlogik, deren Verknüpfungssystem eben auf der Möglichkeit von genau 2^n Wahrheitswertverteilungen beruht, und von den Intentionen der natürlichen Sprache. Das zeigt sich vor allem an der Negation: Nach v. Wrights Konzeption ist die Negation eines elementaren Vorgangsausdrucks logisch äquivalent mit der Disjunktion der übrigen drei anderen. Daß z. B. eine Tür nicht offenbleibt, heißt soviel wie: daß sie sich schließt oder daß sie sich öffnet oder daß sie geschlossen bleibt.

Dem natürlichen Sprachgebrauch entspricht das nicht. Daß eine Tür nicht offenbleibt, bedeutet in der natürlichen Sprache etwas wesentlich Stärkeres; nämlich daß sie sich schließt. Und umgekehrt; daß sie sich nicht schließt, bedeutet, daß sie offenbleibt. Oder: Daß jemand nicht stirbt, heißt, daß er am Leben bleibt; daß er nicht am Leben bleibt, heißt, daß er stirbt. Die Negation eines Vorgangs ist hier logisch äquivalent mit der Negation des Endzustands unter der Voraussetzung des Anfangszustands. Es ist der "Übergang", der verneint wird.

Das Problem der Negation von Vorgangsaussagen war schon der Antike bekannt, die es in besonders zwingender Weise formuliert hat. Aus der Sophistik ist uns das Schema einer Fangfrage überliefert (gerichtet an einen, der sich anheischig gemacht hat, jede Frage mit ja oder nein zu beantworten): "Hast du aufgehört, deine Frau zu schlagen?" Vom Standpunkt v. Wrights aus kann man diese Frage in der Tat immer mit ja oder nein beantworten. Wenn man seine Frau nie geschlagen hat, ist die Verneinung ebenso wahr, wie wenn man nicht aufgehört hat sie zu schlagen; ebenso wenn man gerade erst damit anfängt. Wer wollte sich aber mit dieser Möglichkeit der Antwort zufrieden geben? Man würde entgegnen, daß die Frage "gegenstandslos" sei, weil in ihr stillschweigend der unzutreffende Ausgangszustand vorausgesetzt sei, daß man seine Frau bereits geschlagen hat.

Um solchen Bedenken Rechnung zu tragen, soll das System modifiziert werden. Im folgenden sei unter einem "Zustandsausdruck" ein Ausdruck im Sinne der nicht um den Vorgangsfunktor erweiterten Aussagenlogik verstanden.

- 1) Ein (atomarer oder molekularer) Vorgangsausdruck soll nur dann als wohlgeformt angesehen werden, wenn die Klasse der im ersten Glied stehenden Zustandsausdrücke genau eine Zustandsbeschreibung im Hinblick auf die in dem Vorgangsausdruck vorkommenden atomaren Zustandsausdrücke bildet.
- 2) Ist diese Zustandsbeschreibung (logisch widerspruchsfrei aber) faktisch unwahr, so soll der Vorgangsausdruck (zwar nicht als sinnlos aber) als "gegenstandslos" betrachtet werden.

Ein Vorgangsausdruck, der die Voraussetzung zu 1) erfüllt, ist z. B. $\bar{p}p \rightarrow q\bar{q}$. Die Klasse der im ersten Glied stehenden Zustandsausdrücke \bar{p} und q bildet genau eine Zustandsbeschreibung im Hinblick auf die vorkommenden atomaren Ausdrücke p und q . Dagegen ist eine "T-Tautologie" nach v. Wright nun kein wohlgeformter Ausdruck mehr. Z. B. nicht $pp \vee p\bar{p} \vee \bar{p}p \vee \bar{p}\bar{p}$. Denn p und \bar{p} , die beide im ersten Glied stehen, können nicht in derselben Zustandsbeschreibung vorkommen. Diese "T-Tautologie" zerfällt in zwei wohlgeformte, aber syntaktisch nicht miteinander verknüpfbare Ausdrücke: $pp \vee p\bar{p}$ einerseits und $\bar{p}p \vee \bar{p}\bar{p}$ andererseits.

In solchen Ausdrücken - z. B.: "Eine Tür bleibt entweder offen, oder sie schließt sich", "Jemand bleibt entweder am Leben oder er stirbt" - erkennen wir das Prinzip des ausgeschlossenen Dritten wieder. Ob man hier noch von "Tautologien" reden sollte, ist freilich zweifelhaft. Eine solche Aussage kann zwar nicht "falsch" sein; aber sie bezieht sich doch auf einen bestimmten Ausgangszustand und ist "gegenstandslos", wenn dieser nicht vorliegt.

Da einem Vorgangsausdruck mit der Zustandsbeschreibung des Ausgangszustands eine syntaktische Kategorie zugeteilt ist, die er nicht überschreiten kann, beschränkt sich der Wirkungsbereich logischer Operationen auf die Ausdrücke im zweiten Glied. Das bedeutet, daß man Vorgangsausdrücke logisch umformen kann, indem man die Ausdrücke im zweiten Glied umformt, was nach den Regeln der klassischen Aussagenlogik geschieht. So ist $\bar{p}p \rightarrow q\bar{q}$ - was z. B. interpretiert werden könnte mit: "Stets wenn die Tür aufgeht, schlägt das Fenster zu" - logisch äquivalent mit $\bar{p}\bar{p} \vee q\bar{q}$ und mit $qq \rightarrow \bar{p}\bar{p}$. Ja man kann die logischen Funktoren von den Vorgangsausdrücken auf die Zustandsausdrücke im zweiten Glied "verschieben" und so zu einem molekularen Vorgangsausdruck einen äquivalenten atomaren bilden. pp z. B. ist äquivalent mit $p\bar{p}$, $\bar{p}p \vee q\bar{q}$ mit $(\bar{p} \& q)$ ($\bar{p} \vee \bar{q}$).

Die vorgeschlagene Modifikation des v. Wrightschen Systems würde freilich zu einer allzu einschneidenden Beschränkung der Ausdrucksmöglichkeiten führen, wenn man bei jeder Vorgangsaussage, die nicht wenigstens gegenstandslos sein soll, den Ausgangszustand kennen und angeben müßte. Das ist jedoch deshalb nicht der Fall, weil man abstrakte Vorgangsausdrücke bilden kann. Für jeden atomaren Vorgangsausdruck gilt, daß das zweite Glied entweder dem ersten gleich oder von ihm verschieden ist. Wenn man nun davon abstrahiert, ob die Zustandsausdrücke positiv oder negativ sind, kann man die Vorgänge, die durch Aussagen der Formen $p\bar{p}$ und $\bar{p}p$ ausgedrückt werden, als Vorgänge der "Veränderung", und die Vorgänge, die durch Aussagen der Formen pp und $\bar{p}\bar{p}$ ausgedrückt werden, als Vorgänge des "Gleichbleibens" zusammenfassen. Und man kann - was hier nicht weiter ausgeführt werden soll - abstrakte Vorgangsausdrücke einführen, wie z. B. in der natürlichen Sprache "sich bewegen": "Die Tür bewegt sich."

II.

Ein Ausgangszustand gestattet die Unterscheidung zweier Vorgänge: daß er sich gleichbleibt, und daß er sich verändert. Wenn sich ein Vorgang vollzieht, können wir zweierlei Weisen unterscheiden, wie jemand sich zu ihm verhält; entweder er läßt ihn sich vollziehen, oder er greift in ihn ein und bewirkt einen anderen Endzustand. Dabei können wir in der juristischen Terminologie zwischen "erfolgsbewirkendem" und "erfolgsabwendendem" Handeln unterscheiden - je nachdem, ob ein Vorgang des Gleichbleibens oder ein Vorgang der Veränderung eines anfänglichen Zustands vorausgesetzt ist. Z. B.: Eine Tür schließen, eine Tür offenhalten. Voraussetzung für das erste ist, daß die Tür offenbleiben würde; Voraussetzung für das zweite, daß sie sich schließen würde.

Außer der logischen soll auch noch die faktische Möglichkeit vorausgesetzt werden, auf einen Vorgang einzuwirken oder sich einer Einwirkung zu enthalten; sonst wird man vernünftigerweise nicht von "Tun" und "Lassen" sprechen.

Allgemein gilt folgendes: Aus n atomaren Zustandsausdrücken lassen sich 2^n Zustandsbeschreibungen bilden. Als Beschreibung eines Ausgangs- und eines Endzustands miteinander verknüpft, ergeben sie 2^{2^n} Vorgangsbeschreibungen. Da jeder Vorgang durch den, der ihn beherrscht, entweder zu einem anderen Endzustand hingelenkt wird - oder eben nicht, müssen die 2^{2^n} Vorgangsbeschreibungen noch einmal mit den 2^n Zustandsbeschreibungen kombiniert werden. So ergeben sich 2^{3^n} "Verhaltensbeschreibungen" (act-descriptions). Die Disjunktion der 2^{3^n} Verhaltensbeschreibungen sieht v. Wright als "Verhaltenstautologie" an. Eine "Verhaltenstautologie" in der einfachsten Form wäre etwa: "Ich schließe die Tür; oder ich unterlasse es, die Tür zu schließen; oder ich halte die Tür offen, oder ich unterlasse es, die Tür offenzuhalten; oder ich halte die Tür geschlossen; oder ich unterlasse es, die Tür geschlossen zu halten; oder ich öffne die Tür; oder ich unterlasse es, die Tür zu öffnen." Freilich: wenn dieser Satz noch verhältnismäßig plausibel ist, so deshalb, weil eine Tür ein zu mannigfacher Handhabung geeigneter Gegenstand ist. Man versuche aber einmal, einen doch so elementaren Handlungsausdruck wie "Töten" zur "Verhaltenstautologie" zu ergänzen! Die hier auftretenden Verhaltensalternativen sind so weit voneinander entfernt, daß es schon des Witzes eines Schleiermacher bedarf, um einen Zusammenhang aufrechtzuerhalten: Das fünfte aus den "Geboten für Eheleute": "Du sollst nicht absichtlich lebendig machen!"

Die Negation eines elementaren Verhaltensausdrucks ist nach v. Wrights Konzeption logisch äquivalent mit der Disjunktion der übrigen sieben anderen, was sich mit dem natürlichen Sprachgebrauch fraglos nicht mehr berührt. Wenn aber die Verhaltenslogik vor allem als Grundlage der Normlogik dienen soll, darf sie die Nähe zur natürlichen Sprache nicht aufgeben. Denn der Erlaß von Gesetzen, die Erteilung von Befehlen und Erlaubnissen sind Akte der Kommunikation, die auf die natürliche Sprache angewiesen sind.

v. Wright führt die Vorgangslogik in der gleichen Weise zur Verhaltenslogik fort, wie die Zustandslogik zur Vorgangslogik. Es scheint ratsam, dieses Vorgehen in der gleichen Weise wie dort durch die Einführung syntaktischer Kategorien zu modifizieren.

Zunächst sei ein Funktor A (was agere, agir usw. andeuten soll), für "Handeln" eingeführt: $A\bar{p}$.

1) Ein Handlungsausdruck soll nur dann als wohlgeformt angesehen werden, wenn die Klasse der Negationen der neben den A -Funktoren stehenden Vorgangsausdrücke genau eine Vorgangsbeschreibung im Hinblick auf die in dem Handlungsausdruck vorkommenden atomaren Zustandsausdrücke bildet.

2) Ist eine Vorgangsbeschreibung faktisch unwahr oder gegenstandslos, so soll der Handlungsausdruck als gegenstandslos betrachtet werden.

Die Negation eines Handlungsausdrucks findet nun ihre Grenze in der Vorgangsbeschreibung, die vorausgesetzt ist. Wenn $A\bar{p}$ ($\leftrightarrow A\bar{p}\bar{p}$) beispielsweise bedeutet, daß jemand eine Tür schließt (macht, daß sie nicht offen bleibt), so ist auch in $\bar{A}\bar{p}\bar{p}$ der Vorgang vorausgesetzt, daß die Tür offenbleibt.

Es ist zweckmäßig, noch einen zweiten Verhaltensfunktor L (lassen, laisser usw.) zu verwenden.

$$L_{pp} = \text{df } \bar{A}\bar{p}\bar{p}$$

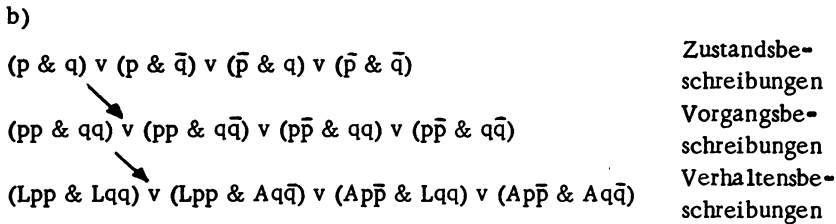
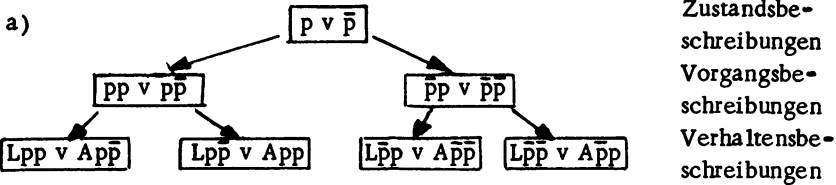
Z. B. : "Jemand läßt eine Tür dann und nur dann offenstehen, wenn er sie nicht schließt (sie zu schließen unterläßt)."

Unter Verwendung des L -Funktors läßt sich beispielsweise der Ausdruck $A\bar{p}$ \rightarrow $Aq\bar{q}$ - was heißen könnte: "Wenn ich die Tür öffne, schließe ich das Fenster" - umformen zu $L\bar{p}\bar{p}$ v $Aq\bar{q}$ und zu Lq \rightarrow $L\bar{p}\bar{p}$.

Freilich kennt die natürliche Sprache auch negative Handlungsaussagen, für die die Äquivalenz von Nichttun und Lassen nicht gilt, wie sie auch an keine Handlungsvoraussetzung gebunden sind. Die Aussage, daß jemand eine Tür nicht geschlossen habe, kann in der Weise verwandt werden, daß sie auch dann sinnvoll und wahr zu sein beansprucht, wenn jene Tür bereits geschlossen war oder faktisch keine Möglichkeit bestand, sie zu schließen. Hier kann von einem "Offenstellenlassen" natürlich keine Rede sein. Aber in diesem Falle geht es um den Gegensatz von Täterschaft und Nichttäterschaft, und nicht um den von Tun und Unterlassen. Daß jemand eine Handlung nicht begangen habe, bedeutet in diesem Sinne, daß er nicht Element der Klasse von Personen sei, die durch die angegebene Verhaltensaussage bestimmt ist. Es ist die Funktion des Ausdrucks "Unterlassen" in der natürlichen Sprache, klarzustellen, daß ein Nichthandeln unter der Voraussetzung der (logischen und faktischen) Handlungsmöglichkeit gemeint ist. In der Kunstsprache bedarf es keines eigenen Ausdrucks, da die Verwendungsweise negativer Handlungsaussagen durch ausdrückliche Formregeln bestimmt sein muß.

III.

Zum Schluß sei noch der Stammbaum der syntaktischen Kategorien aufgezeichnet, und zwar a) für einen und b) teilweise für zwei atomare Zustandsausdrücke.



Den Pfeilen entgegen kann man die syntaktischen Entscheidungen zurückverfolgen, die den Ausdrücken zugrundeliegen. Mit der Einführung der atomaren Zustandsausdrücke, der Funktoren und der Formregeln ist eben noch nicht determiniert, welche Vorgangs- und Verhaltensausrücke zulässig sind. Erst mit der Anwendung der Logik werden die syntaktischen Kategorien fixiert. Auf diese Weise hält das universe of discourse stets den Umfang von 2^n Zustands-, Vorgangs- oder Verhaltensbeschreibungen ein, die mit den üblichen aussagenlogischen Verkürzungen ausgedrückt werden können.

Schrifttumsverzeichnis

- v. Wright, Georg Henrik Norm and Action,
London 1963, Routledge & Kegan Paul

Eingegangen am 9. Februar 1968

Anschrift des Verfassers;

Dr. Lothar Philipps, 667 St. Ingbert, Am Rischbacher Rech 82