Franz von Kutschera

Grundbegriffe der Handlungslogik

L. Åqvist hat in (74) einen semantischen Rahmen zur Interpretation von Sprachen entwickelt, in denen man über Handlungen und ein Bewirken von Ereignissen durch Handlungen reden kann. Mit dieser Arbeit hat er den entscheidenden Schritt zum Aufbau einer Handlungslogik getan. Der Ansatz von Åqvist bedarf für viele Anwendungen jedoch noch der Verallgemeinerung. Die beiden wichtigsten Punkte scheinen mir zu sein: 1. eine Verallgemeinerung seines Handlungsbegriffs, nach dem nur die von Z. Vendler so genannten *activity verbs* Handlungen ausdrücken; 2. eine Aufgabe der Voraussetzung, daß in jedem Zeitpunkt nur eine Person handeln kann.

Es ist das wichtigste Ziel dieser Arbeit, diese beiden Verallgemeinerungen vorzunehmen und damit die Grundzüge einer umfassenderen Handlungslogik zu skizzieren. Die Darlegungen haben durchweg den Charakter eines Entwurfs. Sie formulieren nicht fertige Ergebnisse, sondern möchten eine Diskussion anregen. Vieles erscheint mir selbst als durchaus problematisch. Das gilt insbesondere für die im 5. Abschnitt formulierten Handlungsbegriffe sowie für den im 8. Abschnitt vorgeschlagenen Begriff des Wollens. Ich bin sicher, daß hier die Erprobung meiner Explikationen in Anwendung auf die Mannigfaltigkeit konkreter Fälle Differenzierungen und Modifikationen erforderlich machen werden. Ich habe auf solche Anwendungen verzichtet, da es mir hier vor allem darum geht, Wege zu einer Präzisierung von Grundbegriffen der Handlungslogik aufzuweisen, etwas zur Entwicklung des formalen Beschreibungsinstrumentariums beizutragen, das auf diesem Gebiet bislang ja fast völlig fehlt.

1 *Desiderate einer Handlungslogik*

Überlegen wir uns zunächst, wie eine befriedigende Handlungslogik auszusehen hätte. Sie sollte eine Symbolsprache L aufbauen und einen Interpretationsbegriff für L definieren, mit dem sich handlungslogisch gültige Schlüsse charakterisieren lassen. Die Angabe einer Axiomatisierung dieser Schlüsse ist demgegenüber von sekundärer Bedeutung.

Da Handlungsbegriffe intensionale Begriffe sind, wird man eine intensionale Semantik wählen müssen. Sie muß zudem einen Zeitparameter enthalten, denn Zeitbegriffe spielen für die Bestimmung von Handlungen eine wesentliche Rolle.

Die Sprache L sollte mindestens die Ausdrucksmittel der elementaren Prädikatenlogik enthalten sowie Operatoren für die wichtigsten Begriffe, die mit Handlungen zusammenhängen.

Da unser Handeln von dem abhängt, was wir *wollen*, was wir *glauben* und was wir *tun können*, sind das folgende drei Gruppen von Begriffen:

1) *Voluntative und valuative Begriffe:* Der grundlegende (subjektive) Wertbegriff ist der der *Präferenz* oder des *Vorziehens*. Für diesen Begriff hat R. Jeffrey in (65) eine Logik angegeben. Der voluntative Grundbegriff ist der des Wollens. Was wir wollen hängt natürlich eng mit dem zusammen, was wir vorziehen, der Begriff des Wollens läßt sich aber nicht explizit mit dem Präferenzbegriff definieren[1].

Weitere wichtige voluntative Begriffe sind *Beabsichtigen* und *Ziel*. Da man aber sagen wird, daß eine Person s mit einer Handlung H beabsichtigt, den Sachverhalt p herbeizuführen, wenn s die Handlung H vollzieht und will, daß p eintritt, und glaubt, daß sie mit H p bewirkt (während das Eintreten von p zumindest unsicher wäre, falls sie H unterläßt), kann man den Begriff des Beabsichtigens durch die Begriffe Vollziehen einer Handlung, Wollen, Glauben und Bewirken definieren, d. h. durch andere Handlungsbegriffe. Als *Ziel* einer Handlung wird man einen Sachverhalt bezeichnen, der vom Handelnden mit dieser Handlung beabsichtigt wird.

2) *Doxastische Begriffe:* Der grundlegende doxastische Begriff ist der der *subjektiven Wahrscheinlichkeit*. Die Logik dieses Begriffs ist vor allem von B. de Finetti entwickelt worden. Die übrigen doxastischen Begriffe leiten sich daraus ab. Besonders einfach läßt sich der Begriff des (starken) *Glaubens* semantisch charakterisieren, mit dem man in vielen Kontexten auskommt[2].

3) *Praxiologische Begriffe:* Der grundlegende spezifisch handlungstheoretische Begriff ist der des *Handelns* selbst. Mit diesem Begriff soll das Handeln z. B. von instinktmäßigem oder durch äußere Zwänge bewirkten Verhalten abgegrenzt werden. Allgemein ist zu erklären, wann ein Vorgang eine Handlung einer Person darstellt. Dabei ist im Blick auf die grammatikalischen und semantischen Unterschiede, die z. B. Z. Vendler in (67), Kap. 4 im Bereich der Handlungsverben nachgewiesen hat, damit zu rechnen, daß es mehrere Handlungsbegriffe

gibt. Mit ihnen lassen sich dann u. a. folgende praxiologische Begriffe definieren:

Die Person s *kann* die Handlung H vollziehen — es ist möglich, daß s H vollzieht

s *unterläßt* es, H zu vollziehen — s kann H vollziehen, tut es aber nicht

s *bewirkt,* daß p, indem s H vollzieht — s vollzieht H und das ist Ursache von p

s *bewirkt,* daß p — Es gibt eine Handlung H, so daß s bewirkt, daß p, indem s H vollzieht

s *verhindert,* daß p — s bewirkt, daß ¬ p

s *läßt es zu,* daß p — s kann p verhindern, tut es aber nicht.

Es wird sich zeigen, daß der in der Definition des Bewirkens verwendete Begriff der Ursache sich in diesem Kontext durch einen rein modallogischen Begriff ersetzen läßt. Ich glaube auch, daß man die Handlungsbegriffe ohne Bezugnahme auf nicht-praxiologische Begriffe erklären kann. Man grenzt oft Handlungen als *bewußtes* oder *absichtliches* Verhalten von anderem Verhalten ab. Nun ist es sicher richtig, daß Handlungen in der Regel bewußt und absichtlich sind. Es scheint mir aber mit dem üblichen Sprachgebrauch — der freilich nicht eindeutig ist — gut verträglich und vor allem systematisch am fruchtbarsten zu sein, ein Verhalten genau dann als Handlung zu bezeichnen, wenn der Handelnde es auch hätte unterlassen können. Bewußtheit, und damit Absichtlichkeit, ist kein notwendiges Kriterium für Handlungen, denn ein großer Teil der Verben, mit denen wir Handlungen beschreiben, sind Erfolgsverben. Das Resultat einer Handlung ist dem Handelnden jedoch nicht immer bewußt. Ich kann z. B. jemand, ohne es zu wissen, durch eine Bemerkung beleidigen. Wollte man nur die Bemerkung, nicht aber die Beleidigung als Handlung gelten lassen, so würde man das Wort „Handlung" in einem sehr viel engeren Sinn verstehen als in der normalen Sprache. Absichtlichkeit, und damit Bewußtheit, ist auch nicht hinreichend, denn eine nicht steuerbare Bewegung kann im Sinne meiner Intentionen sein, ohne daß man von einer Handlung sprechen würde. Wenn ich z. B. in einem Zug eine Tür nicht öffnen kann, dann aber durch ein plötzliches Bremsen des Zuges so dagegen geschleudert werde, daß sie sich öffnet, so ist das im Sinne meiner Intentionen, aber es ist keine Handlung[3]. Solche Beispiele des normalen Sprachgebrauchs sind sicher nicht schlüssig, denn er ist bzgl. der Wörter „handeln" und „Handlung" nicht eindeutig. Normalerweise sind jene Vorgänge, die wir als „Handlungen" bezeichnen, sowohl bewußt wie absichtlich und frei, und es gibt in der Sprache viele Verben, mit denen wir nur absichtliches Handeln bezeichnen (wie z. B. „ermorden" gegenüber „töten"). Entscheidend ist daher vor allem die systematische Fruchtbarkeit des Handlungsbegriffs, die wir für unsere Definition nachzuweisen hoffen, sowie die Möglichkeit, damit auch speziellere Handlungsbegriffe zu definieren, wie absichtliche oder bewußte Handlungen.

Wenn sich nun die praxiologischen Begriffe ohne Bezugnahme auf doxastische oder valuativ-voluntative erklären lassen, so empfiehlt es sich, zunächst eine Logik allein für solche Begriffe aufzubauen. Die Integration des Wollens- und des Glaubensbegriffs und anderer mit Handlungen zusammenhängender Begriffe in dieses System dürfte dann keine prinzipiellen Schwierigkeiten bereiten.

Ohne die Bedeutungen der Arbeiten G. H. von Wrights zur Handlungslogik zu verkennen, wird man sagen müssen, daß ein fruchtbarer und ausbaufähiger Ansatz zur semantischen Charakterisierung von praxiologischen Begriffen zuerst von L. Åqvist in (74) angegeben worden ist. Wir wollen zunächst die Grundgedanken dieses Ansatzes referieren und erläutern, wobei wir allerdings schon in einigen Punkten von der Darstellung Åqvists abweichen.

2 *Welten*

In die Definition der zentralen handlungslogischen Begriffe gehen, wie schon betont wurde, sowohl Zeit- wie Modalbegriffe ein. Daher benötigen wir zunächst eine intensionslogische Semantik mit einem Zeitparameter[4].

Wie Åqvist gehen wir von Mengen W von möglichen Welten aus, welche die Äste eines Baums darstellen. Diese Äste sollen aus Gründen der Einfachheit alle gleichlang sein, und sie sollen Folgen von Weltmomenten i aus einer Menge I sein, so daß jedem Zeitpunkt $t = 0, 1, 2, \ldots$ in jeder Welt $w \in W$ ein Weltmoment $w(t) = i$ entspricht, der den Zustand der Welt in t darstellt. Wir verwenden also einen diskreten Zeitbegriff.

Ein solcher Weltenbaum läßt sich mit Hilfe einer binären Relation R auf I darstellen. Wir definieren:

D 1: Ein *Baumuniversum* ist ein geordnetes Paar $\langle I, R \rangle$, für das gilt:
1) I ist eine nichtleere Menge von Weltmomenten.
2) R ist eine binäre Relation auf I, für die gilt
   a) $\bigvee ! i \bigwedge j \neg (jRi)$ — i_0 sei dieses i
   b) $\bigwedge ijk(iRk \wedge jRk \supset i = j)$

c) $\Lambda j(i_0 R \geqq 0 j)$
d) $Vj(i_0 R^{n+1} j) \supset \Lambda j(i_0 R^n j \supset Vk(jRk))$.

Dabei sei I immer der Definitionsbereich der Variablen i, j, k. iRj besagt, daß j ein Weltmoment ist, der in einem Ast des Baums unmittelbar auf i folgt. Die Bedingung (a) beinhaltet also, daß es genau einen ersten Weltmoment gibt, den wir i_0 nennen. (b) besagt, daß R voreindeutig ist (so daß für jeden Weltmoment die Reihe der vorausgehenden Weltmomente eindeutig festliegt). (c) drückt aus, daß jeder Weltmoment ein Nachfolger von i_0 ist. $R \geqq 0$ ist die Relationskette erster Art zu R; es gilt also $iR^{\geq 0}j$ genau dann, wenn $i = j$ ist oder iRj oder $Vk_1 \ldots k_n\ (iRk_1 \wedge k_1Rk_2 \wedge \ldots \wedge k_nRj)$ für ein $n \geqq 1$[5]. (d) besagt endlich, daß alle Äste des Baumes gleich lang sind.

Wir können dann die Menge der Zeitpunkte T und die Menge der Welten W wie folgt definieren:

D 2: a) $T := \{n: Vk(i_0 R^n k)\}$
b) $W := \{f \in I^T : f(0) = i_0 \wedge \Lambda t(0 < t \supset f(t-1)Rf(t))\}$.

Dabei sei R^n die n-te Relationspotenz zu R, also $iR^0j := i = j$, $iR^1j := iRj$, $iR^nj := Vk_1 \ldots k_{n-1}(iRk_1 \wedge \ldots \wedge k_{n-1}Rj)$, für $n \geqq 2$. I^T sei die Menge der Funktionen mit dem Definitionsbereich T und dem Wertebereich I, und T sei der Definitionsbereich der Variablen t,t′, ...

Jedem Weltmoment i entspricht in einem Baumuniversum genau ein Zeitpunkt z(i), zu dem i vorkommt. Gilt $i = w(t) = w'(t')$, so ist nach D1,2b $t = t'$. Der Einfachheit halber nehmen wir im folgenden immer an, daß die Mengen $\{j:iRj\}$ für alle i endlich sind.

Die Wahl derart spezieller Mengen von Welten erfordert einige Erläuterungen. Gehen wir zunächst nur von den Bedingungen

a′) $\Lambda i Vj(j \in A \wedge jR \geqq 0i)$ und
d′) $Vij(j \in A \wedge jR^{n+1}i) \supset \Lambda ij(j \in A \wedge jR^n i \supset Vk(iRk))$

aus, wobei $A := \{i: \neg Vj(jRi)\}$ die Menge der Anfangsmomente sei. Dann kann es statt i_0 mehrere Anfangsmomente geben, und es wird nur gefordert, daß sich jeder Weltmoment in endlich vielen Schritten von einem Anfangsmoment aus erreichen läßt, und daß die Welten, die wir, ebenso wie T, wieder im Sinne von D 2 definieren, alle gleich lang sind. Man wird dann zunächst fordern, daß die Welten untereinander verbunden sind, d. h. daß für alle i, j gilt $iR \geqq 0j \vee jR \geqq 0i$ (daß die Welten ein *Universum* bilden). Denn andernfalls würde die über einer solchen Struktur interpretierte Sprache in zwei voneinander unabhängige Teilsprachen zerfallen[6]. Es liegt nun weiterhin nahe, die Irreflexivität der Relation $R > 0$ zu fordern, d. h. Zyklen auszuschließen, so daß jeder Weltmoment in jeder Welt nur zu einer bestimmten

Zeit auftritt. Formal kann man diese Forderung immer dadurch erreichen, daß man Vorkommnisse eines Weltmoments zu verschiedenen Zeiten durch einen Zusatzparameter unterscheidet, z. B. eben die Zeit des Vorkommnisses. Auf diese Weise kann man ohne Beschränkung der Allgemeinheit auch sicherstellen, daß jedem Weltmoment genau ein Zeitpunkt zugeordnet wird, zu dem er auftritt. Diese Forderung $\Lambda i \mathrm{V}!n \Lambda j(j \in A \wedge jR \geqq 0i \supset jR^n i)$ impliziert die Zyklenfreiheit, d. h. die Irreflexivität von $R > 0$. Nennen wir solche Universen *isogen,* so unterscheiden sich die Baumuniversen davon nur mehr durch die Forderung D 1, 2b der Voreindeutigkeit von R. Diese Forderung versteht sich aber daraus, daß bei der Einführung von Modalbegriffen mit Hilfe der Relation R, die wir unten angeben, sonst der Fall eintreten könnte, daß ein Sachverhalt, der sich auf einen Zustand im Zeitpunkt t bezieht, in einem Zeitpunkt $t' \geqq t$ unmöglich ist, zu einem späteren Zeitpunkt $t'' > t'$ jedoch möglich wird. Die Wahl von Baumuniversen anstelle von isogenen Universen erklärt sich also aus Adäquatheitsforderungen für den Möglichkeitsbegriff.

Die folgenden Begriffsbildungen vereinfachen sich, wenn wir generell fordern, daß die Äste der Baumuniversen unendlich lang sind, d. h. daß T immer die Menge aller natürlichen Zahlen 0, 1, 2, ... ist. Anstelle von D 1, 2d können wir dann einfach fordern

d') $\Lambda i \mathrm{V} j(iRj)$.

Diese Voraussetzung bedeutet inhaltlich wiederum keine Beschränkung der Allgemeinheit, denn wir können jeden Ast eines endlichen Baums, der mit dem Weltmoment j endet, so festsetzen, daß auf j und alle späteren Weltmomente nur genau ein Weltmoment folgt, in dem dieselben objektsprachlichen Sätze gelten wie in j. Wir setzen daher im folgenden immer (d') voraus, während Åqvist nur endliche Welten betrachtet.

3 *Ereignisse, Zustände, Vorgänge, Prozesse*

Wir wollen die Sätze der handlungslogischen Sprache L, die erst später angegeben wird, so interpretieren, daß der Wahrheitswert $\Phi_{w,t}(A)$ jedes Satzes A von zwei Parametern abhängt: von der betrachteten Welt w (hier und im folgenden sei W der Definitionsbereich der Variablen w, w', ...) und dem betrachteten Zeitpunkt t. Jedem Satz A wird so eine Teilmenge $[A] := \{\langle w, t \rangle : \Phi_{w,t}(A) = w\}$ von WxT (dem Cartesischen Produkt von W und T) zugeordnet[7]. Wir denken uns die

Sätze von L im Präsens formuliert. Dann hängt der Wahrheitswert der Äußerung eines Satzes wie „Hans schläft" von dem Zeitpunkt ab, in dem diese Äußerung getan wird. Wir können jedoch auch Zeitoperatoren als ein- oder mehrstellige Satzoperatoren in die Sprache L einführen, und damit ausdrücken, daß der Satz A in einem bestimmten Zeitpunkt gilt oder daß er immer gilt. So können wir Sätze bilden, deren Wahrheitswert nur von w, nicht aber von t abhängt. Wir wollen sagen, daß solche Sätze *Ereignisse* ausdrücken[8]. Wir bezeichnen allgemein Teilmengen Z von WxT als *Propositionen* und nennen Propositionen der Gestalt UxT *ereignisartig*, wo $U \subset W$ ist. Als *Ereignisse* bezeichnen wir dagegen Mengen von Welten. Ereignisse und ereignisartige Propositionen sind einander eineindeutig zugeordnet.

Wir bauen also die Zeitlogik nicht so auf, daß wir in die Objektsprache Namen, Variablen und Quantoren für Zeitpunkte aufnehmen, wie das z. B. N. Rescher in (68), Kap. XII tut, sondern wir geben eine Semantik für Äußerungen an, wobei nur der Zeitpunkt als point of reference dient. Die Geltung einer Äußerung wird dabei immer als Geltung im Zeitpunkt der Äußerung verstanden.

Als *Zustände* bezeichnen wir Teilmengen X, X′, ... von I. Daß ein Zustand X im Zeitpunkt t besteht, ist ein Ereignis, nämlich die Menge $X_t := \{w: w(t) \varepsilon X\}$.

Als *Vorgänge* bezeichnen wir Mengen von Weltabschnitten. Der Abschnitt der Welt w zwischen t und t′ (mit $t < t'$) sei $w_{tt'}$. Es ist also $w_{tt'} = \langle w(t), w(t+1), \ldots, w(t') \rangle$. Um unendliche Weltabschnitte in gleicher Weise darstellen zu können, führen wir als uneigentlichen Zeitpunkt den unendlich fernen Zeitpunkt ∞ ein. ∞ ist also kein Element von T, und für alle $t \varepsilon T$ gilt $t < \infty$; es gilt also auch generell $\neg \langle w, \infty \rangle \varepsilon Z$ für alle Propositionen Z, und $w(\infty) = w'(\infty)$ gilt genau dann, wenn $w = w'$. Wir schreiben dann $w_{t\infty}$ für die unendliche Folge $\langle w(t), w(t+1), \ldots . \rangle$. Ist Y eine Menge solcher Weltabschnitte, so wird man für $w_{tt'} \varepsilon Y$ und $w_{t''t'''} \varepsilon Y$, d. h. für den Fall, daß derselbe Vorgang in der Welt w mehrmals vorkommt, fordern, daß sich diese Vorkommnisse nicht überlappen. Nur dann ist Anfang und Ende der beiden Vorkommnisse eindeutig bestimmt. Wir bestimmen also die Menge V der Vorgänge durch:

D 3: $Y \varepsilon V := \Lambda y (y \varepsilon Y \supset V w t t' (t < t' \wedge y = w_{tt'})) \wedge \Lambda w t t' t'' t''' (w_{tt'} \varepsilon Y \wedge w_{t''t'''} \varepsilon Y \supset t = t'' \wedge t' = t''' \vee (t' < t'' \vee t''' < t))$[9].

Im folgenden verwenden wir die Buchstaben Y, Y′, ... nur für solche Vorgänge. Definieren wir:

D 4 a) $L(Y,w,t) := \bigvee t't''(t' \leqq t < t'' \wedge w_{t't''} \varepsilon Y)$ – der Vorgang Y *läuft* in w zur Zeit t –

b) $L(Z,w,t,t') := (\neg\langle w,t-1\rangle \varepsilon Z \vee t=0) \wedge \bigwedge t''\ (t \leqq t'' < t' \supset \langle w,t''\rangle \varepsilon Z)) \wedge \neg\langle w,t'\rangle \varepsilon Z$ – Die Proposition Z gilt in w in dem Intervall $[t,t']$,

so können wir Vorgängen in eineindeutiger Weise Propositionen zuordnen, indem wir setzen:

D 5 a) $Y^{+} := \{\langle w,t\rangle : L(Y,w,t)\}$ – die Y zugeordnete Proposition

b) $VA(Z) := \bigwedge ww'tt'(L(Z,w,t,t') \wedge w'(t')=w(t') \supset L(Z,w',t,t'))$ – die Proposition Z ist vorgangsartig.

c) $Z^{V} := \{w_{tt'}: L(Z,w,t,t')\}$ für $VA(Z)$ – der der Proposition Z zugeordnete Vorgang.

Es gilt dann

T 1 a) $Y^{+}=Y'^{+} \supset Y=Y'$

b) $VA(Z) \equiv \bigvee Y(Y^{+}=Z)$

c) $VA(Y^{+})$

d) $Y^{+V}=Y$

e) $Z^{V+}=Z$ für $VA(Z)$.

Daß ein Vorgang Y in t abläuft, ist ein Ereignis, nämlich die Menge $\{w: \bigvee t't''(t' \leqq t < t'' \wedge w_{t't''} \varepsilon Y)\}$.

Mengen $H \subset R$ sind nicht immer Vorgänge, denn es kann gelten $\langle i,j\rangle \varepsilon H \wedge \langle j,k\rangle \varepsilon H$. Wir wollen sie hier als *Prozesse* bezeichnen. Wir können auch solchen Mengen von Paaren $\langle i,j\rangle$ mit iRj Propositionen eineindeutig zuordnen. Wir setzen in Analogie zu D 4 und D 5

D 6: $L(H,w,t) := \langle w(t),w(t+1)\rangle \varepsilon H$.

D 7 a) $H^{+} := \{\langle w,t\rangle : L(H,w,t)\}$

b) $PA(Z) := \bigwedge ww't(\langle w,t\rangle \varepsilon Z \wedge w'(t+1) = w(t+1) \supset \langle w',t\rangle \varepsilon Z)$

c) $Z^{P} := \{\langle w(t),w(t+1)\rangle : \langle w,t\rangle \varepsilon Z\}$ für $PA(Z)$.

Es gilt dann in Entsprechung zu T 1:

T 2 a) $H^{+}=H'^{+} \supset H=H'$

b) $PA(Z) \equiv \bigvee H(H^{+}=Z)$

c) $PA(H^{+})$

d) $H^{+P}=H$

e) $Z^{P+}=Z$ für $PA(Z)$[10].

Für das folgende führen wir die Abkürzung ein:

D 8: $Z_t := \{w: \langle w,t\rangle \varepsilon Z\}$.

Z_t ist also das Ereignis, daß die Proposition Z zur Zeit t gilt.

4 *Notwendigkeit*

Wir wollen sagen, ein Ereignis U sei von dem Weltmoment i aus gesehen *notwendig*, wenn alle Welten w′, die durch i laufen, Elemente von U sind. Wir definieren:

D 9: $W^i := \{w: \bigvee t(w(t) = i)\}$.

Da jedem Weltmoment i in einem Baumuniversum genau ein Zeitpunkt z(i) entspricht, gilt $W^i = \{w: w(z(i)) = i\}$ und $W^{w(t)} = \{w' : w'(t) = w(t)\}$. Da nach D 1, 2b aus $w(t) = w'(t)$ für alle $t' \leqq t$ folgt $w(t') = w'(t')$, fallen die Welten w′ aus $W^{w(t)}$ bis einschließlich t mit w zusammen.

Wir können also sagen, ein Ereignis U sei in w und t notwendig genau dann, wenn gilt $W^{w(t)} \subset U$. Eine Proposition Z nennen wir in w und t notwendig, wenn das Ereignis Z_t in w,t notwendig ist.
Wir definieren also

D 10: $\mathfrak{N}(Z,w,t) := W^{w(t)} \subset Z_t$.

Entsprechend bezeichnen wir eine Proposition Z als *möglich* in w und t – symbolisch $\mathfrak{M}(Z,w,t)$ – genau dann, wenn $W^{w(t)} \cap Z_t \neq \Lambda$ ist; Λ sei die leere Menge.

Nach D 10 sind alle vergangenen oder gegenwärtigen Ereignisse notwendig. Bezieht sich das Ereignis U nur auf die Gegenwart oder Vergangenheit – von t aus gesehen –, so gilt $\bigwedge ww'(w \in U \wedge \bigwedge t'(t' \leqq t \supset w'(t') = w(t')) \supset w' \in U)$. Dann gilt aber wegen $w' \in W^{w(t)} \supset \bigwedge t'(t' \leqq t \supset w'(t') = w(t'))$ mit $w \in U$ auch $W^{w(t)} \subset U$. Dieses Prinzip, daß vergangene oder gegenwärtige Ereignisse notwendig sind, würde für einen epistemischen Notwendigkeitsbegriff nicht gelten. Nach dem, was wir jetzt glauben, bzw. wissen, gibt es mehrere Möglichkeiten, wie unsere Welt in der Vergangenheit ausgesehen haben könnte, bzw. in der Gegenwart aussehen könnte. Wenn man also epistemische Notwendigkeitsbegriffe einführen will, muß man entweder andere Universen als Baumuniversen betrachten oder man darf die Notwendigkeit nicht in der angegebenen Weise definieren. Das Prinzip ist hingegen sinnvoll für pragmatische oder ontologische Modalitäten. Vergangenheit und Gegenwart können nicht mehr verändert werden, sind nicht mögliches Resultat gegenwärtigen Handelns. Und die Welt kann sich jetzt nicht mehr so entwickeln, daß sie heute oder gestern anders aussehen würde, als sie tatsächlich aussah und aussieht. Pragmatische und ontologische Möglichkeitsbegriffe sind in diesem Sinn zukunftsorientiert, und dem entspricht die Wahl einer Menge von Welten, die ein Baumuniversum bilden.

In diesem Sinn versteht sich auch die zeitliche Relativität des Notwendigkeitsbegriffs $\mathfrak{N}$: Daß ein Ereignis U in w *in* t notwendig ist, besagt, daß U in w und t *aufgrund dessen, was bis zu t in w geschehen ist,* notwendig ist.

Der Notwendigkeitsbegriff nach D 10 erfüllt die Axiome von S 5, denn die Relation der Zugänglichkeit, die zwischen w und w' in t genau dann besteht, wenn gilt $w' \varepsilon W^{w(t)}$, ist reflexiv, symmetrisch und transitiv[11].

Bei der Diskussion von praxiologischen Begriffen erweist es sich als nützlich, neben dem Notwendigkeitsbegriff nach D 10 auch einen Begriff der *bedingten Notwendigkeit* einzuführen[12].

Wenn nicht alle möglichen Folgezustände zu i aus R_i mit der gleichen Wahrscheinlichkeit eintreten, so kann man eine nichtleere Teilmenge F_i von R_i als Menge der normalerweise nach i realisierten Folgezustände, als Menge der nicht sehr unwahrscheinlichen Folgezustände auszeichnen. Es sei

I) $f(i)=\{w: w(z(i))=i \wedge \Lambda t(t>z(i)\supset w(t)\,\varepsilon\, F_{w(t-1)})\}$

die Menge der Welten, die von i aus gesehen, normalerweise realisiert werden. Es gilt dann

II) a) $f(i)\neq\Lambda$

b) $f(i)\subset W^i$

c) $w\varepsilon f(i) \equiv w(z(i))=i \wedge \Lambda t(t>z(i)\supset f(w(t-1))\cap W^{w(t)}\neq\Lambda)$.

Umgekehrt kann man auch von solchen Mengen f(i) ausgehen und erhält dann mit

III) $F_i=\{j: \mathrm{V}w(w\,\varepsilon\, f(i) \wedge w(z(i)+1)=j)\}$

die Mengen F_i mit $\Lambda\neq F_i\subset R_i$. Diese Zuordnung ist eineindeutig. Wir könnten nun einen schwachen Notwendigkeitsbegriff einführen, indem wir setzen $\mathfrak{K}(Z,w,t) := f(w(t))\subset Z_t$.

Dabei ist zu beachten, daß dieser schwache Notwendigkeitsbegriff nicht die Eigenschaften üblicher Notwendigkeitsbegriffe hat. Es gilt in der Regel nicht $\mathfrak{K}(Z,w,t)\supset\langle w,t\rangle\varepsilon Z$. Dazu müßten wir fordern $\Lambda w(w\,\varepsilon\, W^i\supset w\,\varepsilon\, f(i))$, so daß gelten würde $\mathfrak{K}(Z,w,t)\equiv\mathfrak{N}(Z,w,t)$. Die reale Welt w ist nicht immer eine Welt, die von w(t) aus als normal erscheint. Ist w aber eine normale Welt, so daß gilt $w\,\varepsilon\, f(w(t))$, so gilt für $\mathfrak{K}(Z,w,t)$ auch $\langle w,t\rangle\,\varepsilon\, Z$[13].

Wir wollen diesen Ansatz nun verallgemeinern und anstelle von f(i) für alle Ereignisse U Mengen f(i,U) einführen, für die gilt:

IV a) $f(i,U)\subset U\cap W^i$

b) $w\,\varepsilon\, f(i,U) \equiv w(z(i))=i \wedge \Lambda t(t>z(i)\supset f(w(t-1),U)\cap W^{w(t)}\neq\Lambda)$

c) $f(i,U)=\Lambda\supset U\cap W^i=\Lambda$

d) $f(i,U)\cap U' \neq \Lambda \supset f(i,U\cap U') = f(i,U)\cap U'$.

$f(i,U)$ soll die Menge aller Welten sein, die von i aus gesehen unter der Bedingung, daß das Ereignis U eintritt, normal sind. Es müssen also im Sinne von (a) Welten aus $U\cap W^i$ sein. (b) ergibt sich wie oben. (c) besagt, daß die Menge der Welten, die von i aus gesehen unter der Bedingung U normal sind, nur dann leer ist, wenn es keine U-Welten in W^i gibt. (Die Umkehrung folgt aus (a)). (d) ist die übliche Kohärenzbedingung, nach der die unter der Bedingung $U\cap U'$ von i aus gesehen normalen Welten genau die von i aus gesehen normalen U-Welten sind, die zugleich U'-Welten sind, falls es solche gibt.

Wir setzen nun:

D 11 a) $\mathfrak{K}(Z,Z',w,t) := f(w(t),Z'_t)\subset Z_t$, und

b) $\mathfrak{K}(Z,w,t) := f(w(t),W)\subset Z_t$.

Es stellt dann $\mathfrak{K}(Z,w,t)$ eine schwache (unbedingte) Notwendigkeit im oben skizzierten Sinn dar, und es gilt

T 3: $\mathfrak{N}(Z,w,t) \equiv \mathfrak{K}(Z,Z,w,t)$.

Denn aus $f(w(t),\overline{Z_t})\subset Z_t$ folgt nach IV a $f(w(t),\overline{Z_t})=\Lambda$, nach IV c also $W^{w(t)}\subset Z_t$[14].

5 *Handlungen*

Åqvist führt in (74) eine Menge $S=\{s_1, \ldots, s_n\}$ $(n\geqq 1)$ von Personen ein, die in den Welten eines Baumuniversums als Akteure auftreten. Wir sprechen mit ihm allgemeiner von „Spielern" und sehen auch die Natur als einen dieser Spieler an. Åqvist ordnet nun jedem Weltmoment i dem Entscheidungsbereich c(s) genau eines Spielers $s\varepsilon S$ zu, der durch sein Handeln zwischen z(i) und z(i+1) bestimmen kann, welcher Weltmoment nach i realisiert wird[15]. Åqvist nimmt also an, daß in jedem Zeitpunkt nur ein Spieler handeln kann („am Zug ist"). Er betrachtet ferner nur Handlungen H, die sich als Teilmengen von R darstellen.

Unter diesen Voraussetzungen kann man nun die im ersten Abschnitt erwähnten praxiologischen Begriffe wie folgt definieren:

1) s vollzieht in w nach t die Handlung H

$\mathfrak{T}_A(H,s,w,t) := H\subset R \wedge \langle w(t),w(t+1)\rangle \varepsilon H \wedge w(t)\varepsilon c(s) \wedge \bigvee j(\langle w(t),j\rangle \varepsilon R-H)$

2) s kann in w nach t die Handlung H vollziehen (H ist eine mögliche Handlung von s in w und t)

$\mathfrak{H}_A(H,s,w,t) := \mathfrak{M}(\{\langle w',t'\rangle : \mathfrak{T}(H,s,w',t')\},w,t)$, also

$\mathfrak{H}_A(H,s,w,t) \equiv H \subset R \wedge \bigvee i(\langle w(t),i\rangle \in H) \wedge \bigvee j(\langle w(t),j\rangle \in R-H) \wedge w(t) \in c(s)$.

3) s unterläßt es in w nach t, die Handlung H zu vollziehen
$\mathfrak{U}_A(H,s,w,t) := \mathfrak{H}_A(H,s,w,t) \wedge \langle w(t),w(t+1)\rangle \notin H$, also
$\mathfrak{U}_A(H,s,w,t) \equiv H \subset R \wedge \bigvee j(\langle w(t),j\rangle \in H) \wedge \langle w(t),w(t+1)\rangle \notin H \wedge w(t) \in c(s)$.

4) s bewirkt in w, indem s nach t die Handlung H vollzieht, daß das Ereignis U eintritt
$\mathfrak{B}_A(H,s,w,t,U) := \mathfrak{T}(H,s,w,t) \wedge W^{w(t)} \cap H_{w(t)} \subset U \wedge W^{w(t)} \cap \overline{U} \neq \Lambda$
Dabei sei $H_{w(t)} := \{w' : \langle w(t),w'(t+1)\rangle \in H\}$.

5) s bewirkt in w nach t, daß das Ereignis U eintritt
$\mathfrak{B}_A(s,w,t,U) := \bigvee H \mathfrak{B}_A(H,s,w,t,U)$

6) s verhindert in w nach t, daß das Ereignis U eintritt
$\mathfrak{W}_A(s,w,t,U) := \mathfrak{B}_A(s,w,t,\overline{U})$

7) s läßt es in w nach t zu, daß das Ereignis U eintritt
$\mathfrak{Z}_A(s,w,t,U) := \bigvee H(\mathfrak{H}_A(H,s,w,t) \wedge W^{w(t)} \cap H_{w(t)} \subset \overline{U} \wedge W^{w(t)} \cap U \neq \Lambda) \wedge \bigwedge H(\mathfrak{H}_A(H,s,w,t) \wedge W^{w(t)} \cap H_{w(t)} \subset \overline{U} \wedge W^{w(t)} \cap U \neq \Lambda \supset \mathfrak{U}_A(H,s,w,t))$.

In der Arbeit von Åqvist finden sich die Begriffe unter (2) und (5)–(7) nicht. Bei $\mathfrak{T}_A$ fehlt das letzte Konjunktionsglied im Definiens. Das würde aber besagen: Auch wenn gilt $R_i = \{j\}$ und $\langle i,j\rangle \in H$ und $i \varepsilon c(s)$, kann man sagen, daß s im Übergang von i zu j H tut, obwohl s hier gar nicht anders handeln kann. Åqvist verwendet also einen Handlungsbegriff, der nicht impliziert, daß man eine mögliche Handlung auch immer unterlassen kann. Entsprechend kann man nach Åqvist auch dann davon reden, daß jemand die Handlung H unterläßt, wenn er sie gar nicht vollziehen könnte.

Das erscheint antiintuitiv[16]. Wir definieren daher den Handlungsbegriff so, daß man von Handlungen nur reden kann, wenn eine echte Wahlmöglichkeit besteht, d. h. wenn man die Handlung auch unterlassen kann.

Die (4) entsprechende Definition bei Åqvist ist auf Ereignisse U vom Typ $X_{t'} := \{w' : w'(t') \in X\}$ beschränkt. Aus $W^{w(t)} \cap H_{w(t)} \subset X_t$ folgt für $t' \leq t$ und $w' \in W^{w(t)}$ $w'(t') = w(t')$, also $W^{w(t)} \subset X_{t'}$, im Widerspruch zu $W^{w(t)} \cap \overline{X}_{t'} \neq \Lambda$. Es gilt also $t+1 \leq t'$, d. h. die Wirkung tritt nicht ein, bevor die bewirkende Handlung abgeschlossen ist. Für beliebige Ereignisse U kann man nicht so argumentieren: Hier kann man nur sagen: Ist U ein Ereignis, dessen Bestehen in w nur davon abhängt, wie w bis zum Zeitpunkt t aussieht, das also in t beendet ist, so gilt $W^{w(t)} \subset U$. Aus der Bedingung $W^{w(t)} \cap \overline{U} \neq \Lambda$ in (4) folgt also, daß die

Wirkung U in t noch nicht beendet ist; daß das Ereignis U in t nicht bereits stattgefunden hat; daß also die Wirkung nicht vor Beginn der verursachenden Handlung vorliegt. Es kann dagegen z. B. für $U = \{w: \Lambda t(t_1 \leqq t \leqq t_2 \supset w(t) \in X)\}$ bei $\mathfrak{B}_A(H,s,w,t,U)$ gelten $t_1 \leqq t$, so daß das bewirkte Ereignis bereits vor der bewirkenden Handlung beginnt. Wir wollen jedoch weder ausschließen, daß Ursache und Wirkung gleichzeitig eintreten, noch daß die Wirkung früher beginnt als die Ursache. Man sagt ja z. B. auch, daß die Spannung in einem Stromkreis mit gegebenem Widerstand die Stärke des Stroms bewirkt. Und man kann auch dann sagen, daß die Behandlung mit einem Medikament die Gesundung des Kranken bewirkt, wenn bereits vorher eine gewisse Besserung eintrat (oder auch, wenn die Behandlung noch fortgesetzt wird, nachdem der Patient schon gesund ist).

Die Relation $W^{w(t)} \cap H_{w(t)} \subset U \wedge W^{w(t)} \cap \bar{U} \neq \Lambda \wedge w \in H_{w(t)}$ drückt nur eine allgemeine Grund-Folge-Beziehung aus, nicht eine Ursache-Wirkungs-Beziehung. Intuitiv enthält jedoch der Begriff des Bewirkens durch eine Handlung, daß diese Handlung die Ursache, nicht nur ein Grund für das bewirkte Ereignis ist. Man wird indessen mit Åqvist sagen können: Die Ursache eines Ereignisses U in einer Welt w ist der Übergang von einem Weltmoment w(t) zu w(t+1), so daß gilt $W^{w(t)} \cap \bar{U} \neq \Lambda$ und $W^{w(t+1)} \subset U$. Gilt nun $\mathfrak{B}_A(H,s,w,t,U)$, so ist dieser U verursachende Übergang eben die Handlung H. D. h. H ist nicht nur Grund, sondern tatsächlich Ursache von U in w. Man kann die Begriffe (4) bis (7) auch dadurch modifizieren, daß man die im 4. Abschnitt eingeführten Mengen f(w(t)) der Welten benützt und für $w \varepsilon f(w(t))$, d. h. für normale Welten w, definiert

$\mathfrak{B}'_A(H,s,w,t,U) := \mathfrak{T}(H,s,w,t) \wedge f(w(t)) \cap H_{w(t)} \subset U \wedge f(w(t)) \cap \bar{U} \neq \Lambda$.

Auch wenn s etwas tut, was unter normalen Umständen dazu hinreicht, daß das Ereignis U eintritt, so wird man üblicherweise sagen, s habe U bewirkt, selbst wenn außergewöhnliche Umstände denkbar sind, die nach w(t) U noch verhindern könnten. Wenn z. B. s einen Nichtschwimmer ins Wasser wirft, der dann ertrinkt, so wird man sagen, daß s dessen Tod bewirkt hat, auch wenn zufällig jemand vorbeikam, der den Ertrinkenden hätte retten können, das aber unterlassen hat.

Åqvist verwendet für solche Begriffsbildungen anstelle von f(w(t)) die Menge der von w(t) aus gesehen maximal wahrscheinlichen Welten. Das erscheint aber erstens als eine zu enge Beschränkung der betrachteten Welten, und zweitens muß man dabei voraussetzen, daß es nur endlich viele Welten gibt, da sonst die Wahrscheinlichkeit einzelner Welten in der Regel Null wäre. Außerdem fehlt bei Åqvist die Voraussetzung, daß w, von w(t) aus gesehen, eine Welt maximaler Wahrscheinlichkeit ist. Gilt das aber nicht, so besagt es für die Frage, ob H in w Ursache von U ist, wenig, daß das für die maximal wahrscheinlichen Welten gilt. Es könnte z. B. in w nach t auch eine Handlung H′ auftreten, die normalerweise bewirkt, daß U nicht eintritt. Dann würde man aber nicht sagen, daß H in w das Ereignis U bewirkt.

Nach dieser Darstellung des Ansatzes von Åqvist wollen wir nun dazu übergehen, ihn zu erweitern. Dazu überlegen wir uns zunächst, welche Wahlmöglichkeiten man den Spielern zuordnen kann, wenn mehrere von ihnen gleichzeitig handeln können. In einem ersten Schritt betrachten wir wieder nur solche Entscheidungsmöglichkeiten in einem Weltmoment i, die sich auf Zustände im Zeitpunkt $z(i)+1$ beziehen. Wir nehmen nun an, daß in jedem Weltmoment i formal gesehen *alle* Spieler vor einer Entscheidung stehen, so daß $w(t(i)+1)$ das Resultat des Verhaltens aller Spieler nach z(i) in w ist. Wir werden unten sehen, wie sich auch bei diesem Ansatz der Fall berücksichtigen läßt, daß einige Spieler in i keine echte Entscheidungsmöglichkeit haben.

Wir gehen dazu von einem einfachen spieltheoretischen Modell gleichzeitigen Handelns der Spieler aus $S=\{s_1, \ldots, s_n\}$ in dem, bzw. nach dem Weltmoment i aus.

Kann der Spieler s_l $(1 \leqq l \leqq n)$ in i zwischen den Handlungsweisen $f^l{}_1, \ldots, f^l{}_{m_l}$ wählen (wobei er in jedem Fall genau eine dieser Handlungsweisen vollziehen muß), so können wir die n-tupel $\langle f^1{}_{p_1}, \ldots, f^n{}_{p_n} \rangle$ $(1 \leqq p_l \leqq m_l)$ als Resultate ansehen, die sich ergeben, wenn alle Spieler eine der ihnen offenstehenden Handlungsweisen vollziehen. Diesen n-tupeln sind die Welten aus R_i eineindeutig zugeordnet, wenn wir voraussetzen, daß erstens der auf i folgende Weltmoment j nur von den Handlungen der Spieler nach i abhängt, und daß zweitens die Handlungsweise, die jeder Spieler gewählt hat, sich im Übergang von i zu j widerspiegelt. Die letztere Voraussetzung ist dadurch motiviert, daß die Verhaltensweisen der Spieler Prozesse oder Vorgänge in der Welt sind, so daß man insbesondere, wenn i und j gegeben sind, sagen kann, welcher Spieler in der Zwischenzeit was getan hat. Wenn die Handlungen der Spieler *unabhängig* voneinander sind, können alle n-tupel $\langle f^1{}_{p_1}, \ldots, f^n{}_{p_n} \rangle$ als Resultate auftreten. Wenn dagegen gewisse Handlungskombinationen, d. h. gewisse n-tupel, nicht vorkommen können, so sprechen wir von *abhängigen* Handlungen. Auch diesen Fall wollen wir zulassen.

Es sei nun $(j)_l$ das l-te Glied des n-tupels $\langle f^1{}_{p_1}, \ldots, f^n{}_{p_n} \rangle$ (also $f^l{}_{r_l}$), das j zugeordnet ist.

Wir setzen dann

I) a) $X^l_{pl} := \{j: (j)_l = f^l_{pl}\}$ und

b) $P(s_l,i) := \{X^l_1, \ldots, X^l_{ml}\}$.

Die Mengen $P(s,i)$ haben dann folgende Eigenschaften

II) a) $\cup P(s,i) = R_i$, dabei bei $R_i := \{j: iRj\}$

b) $X \in P(s,i) \wedge X' \in P(s,i) \wedge X \neq X' \supset X \cap X' = \Lambda$

c) $X \in P(s,i) \supset X \neq \Lambda$.

Im Fall unabhängiger Handlungen gilt darüber hinaus auch die Bedingung

d) $X_1 \in P(s_{l_1},i) \wedge \ldots \wedge X_r \in P(s_{l_r},i) \supset X_1 \cap \ldots \cap X_r \neq \Lambda$, wo $1 \leqq r \leqq n$.

Die Mengen $X \in P(s,i)$, die nach II a Teilmengen von R_i sind, stellen die Alternativen dar, zwischen denen der Spieler s in i wählen kann. Hat s in i keine Wahlmöglichkeit, d. h. keine echte Alternative, so ist $P(s,i) = \{R_i\}$. R_i stellt nur in formalem Sinn eine „Alternative" dar, denn diese „Alternative" wird notwendigerweise immer realisiert, egal was geschieht. Enthält $P(s,i)$ hingegen mehrere Mengen, so stellen diese nach (a) und (b) eine vollständige und disjunkte Menge von Alternativen für s in i dar. Keine dieser Alternativen X ist von i aus gesehen notwendig. Für unabhängige Handlungen gibt es nach (b) und (d) auch keine Alternative X' eines anderen Spielers s', die X bewirkt, für die also $X' \subset X$ gilt, oder die X verhindert, für die also gilt $X \cap X' = \Lambda$. Würde für ein $X' \in P(s',i)$ gelten $X' \subset X \in P(s,i)$, so wäre, da es nach Voraussetzung ein $X'' \in P(s,i)$ mit $X'' \neq X$ gibt, nach (b) $X' \cap X'' = \Lambda$, im Widerspruch zu (d).

Definieren wir:

III) $P(\{s_{l_1}, \ldots, s_{l_r}\},i) := \{X: X \neq \Lambda \wedge \bigvee X_1 \ldots X_r(X_1 \in P(s_{l_1},i)$
$\wedge \ldots \wedge X_r \in P(s_{l_r},i) \wedge X = X_1 \cap \ldots \cap X_r)\}$,

so enthalten diese Mengen die Alternativen für die Spielergruppe $\{s_{l_1}, \ldots, s_{l_r}\}$. Es gilt nun auch

II e) $P(S,i) = \{\{j\}: j \in R_i\}$.

Diese Bedingung besagt, daß alle Spieler zusammen bestimmen können, welcher Folgezustand zu i realisiert wird. Das hatten wir vorausgesetzt.

Für die Mengen $P(S',i)$ $(\Lambda \neq S' \subset S)$ gelten nach II und III die Bedingungen:

II* a) $\cup P(S',i) = R_i$

b) $X \in P(S',i) \wedge X' \in P(S',i) \wedge X \neq X' \supset X \cap X' = \Lambda$

c) $X' \in P(S',i) \wedge X'' \in P(S'',i) \wedge X' \cap X'' \neq \Lambda \supset X' \cap X'' \in P(S' \cup S'',i)$ für $S' \cap S'' = \Lambda$

d) $X \varepsilon P(S' \cup S'',i) \supset \bigvee X'X''(X' \varepsilon P(S',i) \wedge X'' \varepsilon P(S'',i) \wedge X = X' \cap X'')$ für $S' \cap S'' = \Lambda$

e) $X \varepsilon P(S',i) \supset X \neq \Lambda$

f) $P(S,i) = \{\{j\}: j \varepsilon R_i\}$,

sowie $P(\{s\},i) = P(s,i)$.

Mit $P(\{s\},i) := P(s,i)$ folgen daraus umgekehrt die Bedingungen II, sowie III. Man könnte also anstelle von Mengen P(s,i) nach I auch allgemeinere Mengen P(S',i) nach II* betrachten[17].

Die P-Mengen nach II bestimmen nun die Handlungsmöglichkeiten der Spieler vollständig: Sind irgendwelche P-Mengen nach II gegeben, so kann man die Handlungsweisen $f^l_{p_l}$ so definieren: Die Elemente jeder Menge P(s,i) werden abgezählt, d. h. $P(s_l,i)$ wird in der Form $\{X^l_1, \ldots, X^l_{m_l}\}$ geschrieben. Dann sei die Handlung $f^l_{p_l}$ die Menge $\{\langle i,j \rangle : j \varepsilon X^l_{p_l}\}$. Nach II a, b stellen diese Handlungen eine vollständige Disjunktion dar. Vollzieht s_1 die Handlung $f^1_{p_1}$ und ... und s_n die Handlung $f^n_{p_n}$, so ergibt sich eine Welt aus $X^1_{p_1} \cap \ldots \cap X^n_{p_n}$, falls diese Menge nicht leer ist. Nach II e enthält diese Menge dann genau eine Welt j, für die wir setzen $(j)_l = f^l_{p_l}$ $(l = 1, \ldots, n)$. Die Resultate der Handlung entsprechen also eineindeutig den Welten aus R_i. Wenn wir nun P-Mengen nach I a, b bzgl. dieser $f^l_{p_l}$ definieren, erhalten wir wieder die Mengen, von denen wir ausgegangen waren[18].

Wir definieren

D 12: Eine C-*Struktur* ist ein Quadrupel $\langle I,R,S,P \rangle$ für das gilt

1) $\langle I,R \rangle$ ist ein Baumuniversum mit T als Menge der natürlichen Zahlen.
2) S ist eine nichtleere Menge von Spielern.
3) Für alle $s \varepsilon S$ und alle $i \varepsilon I$ sind die P(s,i) Mengen mit den Eigenschaften II a–c, und für III gilt II e.

Wenn wir nun die Entscheidungsmengen c(s) von Åqvist durch unsere P-Mengen ersetzen, so können wir zunächst den Begriff der *Aktivität* definieren, indem wir setzen:

IV) $\mathfrak{T}_{10}(H,s,w,t) := H \subset R \wedge L(H,w,t) \wedge H_{wt} \neq R_{w(t)} \wedge \bigwedge X(X \varepsilon P(s,w(t)) \supset X \subset H_{wt} \vee X \subset \overline{H_{wt}})$.

Wir lesen „$\mathfrak{T}_{10}(H,s,w,t)$" als „Der Prozeß H ist in w und t eine Aktivität von s" und definieren

V) $H_{wt} := \{w'(t+1): w' \varepsilon W^{w(t)} \wedge L(H,w',t)\}$.

Damit also ein Prozeß H in w und t eine Aktivität von s darstellt, muß erstens gelten, daß der Prozeß sich in w und t tatsächlich abspielt. Zweitens soll s in w und t diese Aktivität auch unterlassen können,

d. h. der Prozeß H darf in w und t nicht notwendig ablaufen. Endlich sollen die Weltmomente $w'(t+1)$ für alle Welten $w' \epsilon W^{w(t)}$ mit $L(H, w',t)$ die Vereinigung gewisser Alternativen bilden, die s in w(t) offenstehen. Der Grund für diese Forderung ist erstens, daß wir bei der Einführung der P-Mengen gesagt haben, daß alle Übergänge von $i=w(t)$ zu einem $j \epsilon X$ für $X \epsilon P(s,i)$ *dieselbe* Handlung des s in i darstellen. Diese Identifikationen müssen alle Handlungsbegriffe berücksichtigen. Mit jedem Paar $\langle i,j' \rangle$ für $j' \epsilon X$ muß also X in H_{wt} enthalten sein. Wir sind aber zweitens frei zu sagen, daß s in i bei der Realisierung der Alternative X *dasselbe* tut wie bei der Realisierung einer Alternative X'. Daher muß nicht gelten $H_{w,t}=X$ für ein $X \epsilon P(s,w(t))$. Wenn s in i u. a. ein Buch von Wallace, eins von Russell oder eins von Lorenz lesen kann, so kann man auch sagen, daß er in allen drei Fällen dasselbe tut, nämlich ein Buch lesen. Ebenso sind wir frei zu sagen, daß s in Alternativen $X \epsilon P(s,i)$ und $X' \epsilon P(s,j)$ $(i \neq j)$ dasselbe tut.

Im Fall abhängiger Handlungen kann es zwei Spieler s und s' geben, so daß gilt $\mathfrak{T}_{10}(H,s,w,t)$ und $\mathfrak{T}_{10}(H,s',w,t)$. Derselbe Prozeß kann also dann von w,t aus gesehen sowohl eine Aktivität von s wie von s' darstellen. Gilt z. B. $P(s,i) = \{\{j_1\},\{j_2\}\} = P(s',i)$, so stellt der Übergang von i zu j_1 eine Aktivität beider Spieler dar. In welchem Sinn kann man hier noch sagen, daß jeder von ihnen eine Wahlmöglichkeit hat, und die Aktivität H auch unterlassen kann? Man kann sicher nicht behaupten, daß der eine den andern *hindern* oder ihn *zwingen* könnte, H zu tun. Denn es handelt sich um simultane Akte und wenn nur der eine Spieler s das Resultat bestimmen könnte, würden wir die P-Mengen so ansetzen, daß gilt $P(s,i) = \{\{j_1\},\{j_2\}\}$ und $P(s',i) = \{\{j_1,j_2\}\}$. Daher erscheint es auch bei abhängigen Handlungen gerechtfertigt zu sagen, daß jeder seine Aktivität unterlassen, d. h. etwas anders tun könnte, selbst wenn das nur gemeinschaftlich möglich ist.

Wenn man „$\mathfrak{T}_{10}(H,s,w,t)$“ liest als „s vollzieht in w und t die Aktivität H“, so ist zu beachten, daß sich H nur von w und t aus gesehen als Aktivität von s darstellt. Aus $\mathfrak{T}_{10}(H,s,w,t)$ folgt nur

a) $\Lambda w'(w' \epsilon W^{w(t)} \wedge L(H,w',t) \supset \mathfrak{T}_{10}(H,s,w',t))$,

aber nicht

b) $\Lambda w't'(L(H,w',t') \supset \mathfrak{T}_{10}(H,s,w',t'))$.

Die Aussage „s vollzieht in w und t die Aktivität H“ wäre also treffender durch die Konjunktion von (b) und L(H,w,t) wiederzugeben, während man „$\mathfrak{T}_{10}(H,s,w,t)$“ im Sinne von „s vollzieht in w und t H, das sich von w und t aus gesehen als Aktivität von s darstellt“. Wenn z. B. die Person s in w(t) eine Kugel in der Hand hat, die sie fallen lassen oder festhalten kann, so ist das Fallen der Kugel ein Prozeß, der in w und t eine Aktivität von s darstellt. Das Fallen der Kugel als solches ist jedoch keine Aktivität, da (b) nicht gelten würde: nicht immer, wenn die Kugel fällt, geschieht das aufgrund einer Aktivität von s. Wir wollen jedoch im folgenden vor allem den Begriff $\mathfrak{T}_{10}$ untersuchen, mit dessen Hilfe sich ja der Begriff ‚s vollzieht in w und t die Aktivität H' definieren läßt, so daß wir dessen Eigenschaften aus jenen von $\mathfrak{T}_{10}$ ableiten können[19].

Wir können den Begriff der Aktivität auch für Propositionen formulieren anstatt für Prozesse, indem wir setzen

$\mathfrak{T}_1(Z,s,w,t) := PA(Z) \wedge \mathfrak{T}_{10}(Z^P,s,w,t)$, oder äquivalent

D 13: $\mathfrak{T}_1(Z,s,w,t) := PA(Z) \wedge \langle w,t\rangle \in Z \wedge \mathfrak{M}(\overline{Z},w,t)$
$$\wedge \Lambda X(X \in P(s,w(t)) \supset X \subset Z_{wt} \vee X \subset \overline{Z}_{wt}).$$

Dabei sei

D 14: $Z_{wt} := \{w'(t+1): w' \in W^{w(t)} \wedge \langle w',t\rangle \in Z\}$.

Aktivitäten werden durch Verben wie „singen", „laufen", „zuhören" ausgedrückt, d. h. durch Verben, die Z. Vendler in (67), Kap. 4 als *activity verbs* bezeichnet. Für sie ist charakteristisch, daß ihre Anwendbarkeit auf eine Person in einem Zeitpunkt t weder allein von dem Zustand der Welt in t abhängt — wie das für *Zustandsverben* (*state verbs*), z. B. „Schlafen", „Glauben", „Wohnen" gilt —, noch von Zuständen der Welt außerhalb eines kleinen Intervalls um t herum (in unserem Modell: von den Zuständen vor t oder nach t+1). Im letzteren Punkt unterscheiden sich die Aktivitätsverben von *Leistungsverben* (bei Vendler *acchievement* oder *accomplishment verbs*) wie „Das Lied „Hymne an die Nacht" singen", „3 km laufen", „Einen Kreis zeichnen", sowie von Verben wie „Übungen am Reck machen" oder „„Aida" hören". Mit solchen Verben drücken wir nicht aus, daß sich gewisse nach Anfang und Ende unbestimmte Aktivitäten abspielen, sondern daß gewisse, nach Anfang, Ende und Ziel oder Ablauf bestimmte und meist länger dauernde Tätigkeiten vorliegen. In Ermangelung einer besseren Bezeichnung wollen wir solche Tätigkeiten hier als *Handlungen i. e. S.* bezeichnen, während Handlungen i. w. S. auch Aktivitäten umfassen. Wo dadurch keine Verwechslung eintritt, sprechen wir im folgenden auch einfach von „Handlungen" anstatt von „Handlungen i. e. S.". Solche Handlungen sind dann in unserem Modell endliche *Vorgänge*[20].

Es liegt dann nahe, in Entsprechung zu IV folgende Definition des Begriffs ‚Der Vorgang Y stellt in w und t eine Handlung von s dar' anzusetzen:

VI) $\mathfrak{T}^1_{20}(Y,s,w,t) := \mathrm{V}t't''(t' \leqq t < t'' < \infty \wedge w_{t't''} \in Y \wedge \Lambda t'''(t' \leqq t''' < t'' \supset \Lambda X(X \in P(s,w(t''')) \supset X \subset Y_{wt'''} \vee X \subset \overline{Y_{wt'''}}) \wedge R_{w(t''')} \neq Y_{wt'''})$.

Dabei sei

VII) $Y_{wt} := \{w'(t+1): w' \in W^{w(t)} \wedge L(Y,w',t)\}$.

Wir können ja jedem Vorgang Y einen Prozeß Y° zuordnen, indem wir setzen:

$Y^\circ := \{\langle w(t),w(t+1)\rangle : \mathrm{V}t't''(w_{t't''} \in Y \wedge t' \leqq t < t'')\}$.

Dann gilt

VIII) $\mathfrak{T}^1_{20}(Y,s,w,t) \equiv \mathrm{V}t't''(t' \leqq t < t'' < \infty \wedge w_{t't''} \in Y \wedge \Lambda t'''(t' \leqq t''' < t'' \supset \mathfrak{T}_{10}(Y^\circ,s,w,t'''))$,

d. h. Y stellt in w,t eine Handlung von s dar genau dann, wenn Y in w,t läuft und der Y zugeordnete Prozeß Y° während der gesamten Dauer von Y (um t herum) eine Aktivität von s darstellt.

Der Begriff $\mathfrak{T}^1_{20}$ ist aber insofern *zu weit*, als nach dem Sinn des Wortes „Handlung", auf den wir uns in Abschnitt 1 festgelegt hatten, aus der Tatsache, daß der Vorgang Y in w,t eine Handlung von s ist, folgen soll, daß es in w,t an s liegt, ob der Vorgang Y realisiert wird oder nicht. Nach VI kann jedoch die Tatsache, daß Y in w abläuft, wesentlich durch Aktionen anderer Spieler bedingt sein, und es kann sein, daß s unter anderen Umständen, d. h. in anderen von w(t) aus möglichen Welten den Vorgang Y weder bewirken noch verhindern kann. In VI wird ja nicht gefordert, daß Y in allen von w(t) aus möglichen Welten eine Handlung von s darstellt.

Dagegen ließe sich einwenden, daß es für das Gelingen gewisser Handlungen, die z. B. durch Erfolgsverben ausgedrückt werden wie „jemand entkommen", tatsächlich auf Umstände ankommt, die sich der Kontrolle des Handelnden entziehen. Wir machen in solchen Fällen jedoch einen Unterschied zwischen der Handlung und ihrem Gelingen. Wenn wir sagen „s ist dem s′ nicht entkommen", so behaupten wir damit nicht, daß s nicht die Handlung vollzogen hat, die bei günstigeren Umständen dazu geführt hätte, daß er dem s′ entkommen wäre. Wir setzen vielmehr voraus, daß s etwas unternommen hat, um s′ zu entkommen, und behaupten nur, daß diese Handlung des s in w nicht zum Erfolg führte. Systematisch wird man also eine Aussage mit derartigen Erfolgsverben darstellen als Konjunktion einer Aussage über eine Handlung und einer Aussage über ihre tatsächliche Wirkung.

Andererseits ist der Begriff $\mathfrak{T}^1_{20}$ aber auch *zu eng*. Denn für das Vorliegen einer Handlung ist es nicht entscheidend, ob sie in ihrem gesamten Verlauf eine Aktivität darstellt, sondern nur, daß sie gewisse

Aktivitäten enthält, und daß der Handelnde ebenso in der Lage ist, sie zu vollziehen wie sie zu unterlassen. Handlungen wie „Aida" Hören oder Medizin studieren sind nicht ständig von einer gewissen Aktivität begleitet, sondern es kommt dabei nur darauf an, daß man zu gewissen Zeiten gewisse Aktivitäten entfaltet. Was man aber in der Pause der Aufführung, bzw. in den Semesterferien tut, spielt keine Rolle.

Wir wollen daher den Handlungsbegriff nicht im Sinne von VI vom Begriff der Aktivität her bestimmen, sondern einen anderen Zugang wählen.

Setzen wir

D 15: $P^*(s,i) := \{U: U_{z(i)} = \{i\} \wedge \Lambda t(t > z(i) \supset V\mathfrak{X}(\Lambda X(X \in \mathfrak{X}$
$\supset Vj(j \in U_{t-1} \wedge X \in P(s,j))) \wedge \Lambda j(j \in U_{t-1} \supset$
$V!X(X \in \mathfrak{X} \wedge X \in P(s,j)) \wedge U_t = U\mathfrak{X}))\}$,

wobei $U_t = \{w(t): w \in U\}$ sei und z(i) der Zeitpunkt, zu dem der Weltmoment i in einer Welt vorkommt, so stellen die Ereignisse $U \in P^*(s,i)$ mögliche *Strategien* von s in i dar. Eine Strategie von s nach i besteht darin, daß sich s in i für eine ihm in i mögliche Handlungsweise entscheidet. Diese Handlungsweise wird durch ein $X \in P(s,i)$ dargestellt. s kann damit erreichen, daß in $z(i)+1$ ein Weltmoment aus X eintritt. Zu jedem $j \in X$ legt sich nun s auf eine ihm in j mögliche Handlungsweise fest, die durch ein $X' \in P(s,j)$ dargestellt wird, usw.

Dieser Begriff der Strategie läßt sich nun so erweitern, daß sich s in i nicht auf ein bestimmtes $X \in P(s,i)$ festlegt, sondern nur darauf, eine von mehreren ihm in i möglichen Alternativen zu realisieren. Enthält also P(s,i) mehrere Mengen, so legt sich s in i nur darauf fest, eine Vereinigung solcher Mengen – ev. auch die Vereinigung aller solcher Mengen – in $z(i)+1$ zu realisieren, usw.

Setzen wir also

D 16: $P^{*\circ}(s,i) := \{U: U_{z(i)} = \{i\} \wedge \Lambda t(t > z(i) \supset V\mathfrak{X}(\Lambda X(X \in \mathfrak{X}$
$\supset Vj(j \in U_{t-1} \wedge X \in P(s,j))) \wedge \Lambda j(j \in U_{t-1}$
$\supset VX(X \in \mathfrak{X} \wedge X \in P(s,j)) \wedge U_t = U\mathfrak{X}))\}$,

so stellen auch die $U \in P^{*\circ}(s,i)$ mögliche Strategien von s in i dar.

Wir wollen nun zunächst fordern, daß s für jeden Vorgang Y, der in w und t eine Handlung von s darstellt – wir schreiben dafür $\mathfrak{T}_{20}(Y,s,w,t)$ – eine Strategie hat, die s in w befolgt. Es soll also gelten

IX) $\mathfrak{T}_{20}(Y,s,w,t) \supset VU(U \in P^{*\circ}(s,w(t)) \wedge w \in U \wedge U = \{w': L(Y,w',t)$
$\wedge\ w' \in W^{w(t)}\})$.

Daraus folgt

X) $\mathfrak{T}_{20}(Y,s,w,t) \supset L(Y,w,t) \wedge \Lambda w't't''(w' \in W^{w(t)} \wedge w'_{t't''} \in Y \wedge$
$t' \leqq t < t'' \supset \Lambda t'''X(t \leqq t''' < t'' \wedge X \in P(s,w'(t'''))$
$\supset X \subset Y_{w't'''} \vee X \subset \overline{Y_{w't'''}})$[21].

Diese notwendige Bedingung für $\mathfrak{T}_{20}(Y,s,w,t)$ ist aber nicht hinreichend. Aus ihr ergibt sich keine der drei Bedingungen, die für Handlungen ebenfalls notwendig sind:

a) die Endlichkeit des Vorgangs Y,
b) daß Y Aktivitäten von s enthält,
c) daß s sich so verhalten kann, daß der Vorgang Y nicht stattfindet.

Die Bedingung (c) besagt, daß es eine Strategie $U' \in P^{*\circ}(s,w(t))$ gibt, bei deren Befolgung s ausschließt, daß der Vorgang Y realisiert wird, für die also gilt $U' \cap U = \Lambda$. Sie folgt aber aus (b), das wir im Hinblick auf X so formulieren können:

$\Lambda w't't''(w' \in W^{w(t)} \wedge w'_{t't''} \in Y \wedge t' \leqq t < t'' \supset Vt'''(t \leqq t''' < t'' \wedge$
$R_{w'(t''')} \cap \overline{Y_{w't'''}} \neq \Lambda))$.

Da wir die Bedingungen X und (a) bis (c) als hinreichend für den Handlungscharakter von Y ansehen können, erhalten wir folgende Definition

XI) $\mathfrak{T}_{20}(Y,s,w,t) := L(Y,w,t) \wedge \Lambda w't't''(w' \in W^{w(t)} \wedge w'_{t't''} \in Y$
$\wedge\ t' \leqq t < t'' \supset t'' < \infty \wedge \Lambda t'''X(t \leqq t''' < t'' \wedge$
$X \in P(s,w'(t''')) \supset X \subset Y_{w't'''} \vee X \subset \overline{Y_{w't'''}})$
$\wedge\ Vt'''(t \leqq t''' < t'' \wedge R_{w'(t''')} \cap \overline{Y_{w't'''}} \neq \Lambda))$.

Danach gilt nun auch: Ist Y ein Vorgang, der in allen von w(t) aus möglichen Welten endlich ist und ist U die Menge der Welten aus $W^{w(t)}$, in denen der Vorgang Y zur Zeit t läuft, so ist Y eine Handlung von s in w,t, wenn U eine Strategie von s in w,t ist, deren Befolgung in allen Welten aus $W^{w(t)}$ eine Entscheidung von s erfordert. Mit IX erhalten wir also den Satz

T 4: $U = \{w' : L(Y,w',t) \wedge w' \in W^{w(t)}\} \wedge \Lambda w'(w' \in W^{w(t)} \wedge L(Y,w',t)$
$\supset Vt(t < t' \wedge \neg L(Y,w',t'))) \supset (U \in P^{*\circ}(s,w,(t)) \wedge w \in U \wedge$
$\Lambda w'(w' \in U \supset Vt'(t \leqq t' \wedge R_{w'(t')} \cap \overline{U_{t'+1}} \neq \Lambda)) \equiv$
$\mathfrak{T}_{20}(Y,s,w,t))$.

Wie im Falle von $\mathfrak{T}_{10}$ können wir eine Aussage $\mathfrak{T}_{20}(Y,s,w,t)$ nicht lesen als „s vollzieht in w und t die Handlung Y", sondern nur als „s realisiert in w und t den Vorgang Y, der sich von w(t) aus als Handlung von s darstellt". Die erstere Aussage wäre wiederzugeben durch $L(Y,w,t) \wedge \Lambda w't'(L(Y,w',t') \supset \mathfrak{T}_{20}(Y,s,w',t'))$[22].

Wir definieren nun den Handlungsbegriff für Propositionen durch $\mathfrak{T}_2(Z,s,w,t) := VA(Z) \wedge \mathfrak{T}_{20}(Z^{\vee},s,w,t)$, oder äquivalent durch

D 17: $\mathfrak{T}_2(Z,s,w,t) \equiv VA(Z) \wedge \langle w,t\rangle \varepsilon Z \wedge \bigwedge w't't''(w' \varepsilon W^{w(t)} \wedge t' \leqq t < t'' \wedge L(Z,w',t',t'') \supset t'' < \infty \wedge \bigwedge t'''X(t \leqq t''' < t'' \wedge X \varepsilon P(s,w'(t''')) \supset X \subset Z_{w't'''} \vee X \subset \overline{Z_{w't'''}}) \wedge \bigvee t'''(t \leqq t''' < t'' \wedge R_{w'(t''')} \neq Z_{w't'''}))$.

Zum Abschluß dieser Erörterung des Handlungsbegriffs ist anzumerken, daß wir mit $\mathfrak{T}_1$ und $\mathfrak{T}_2$ zwar zwei, wie wir zu zeigen versuchten, plausible, aber keineswegs die einzig denkbaren Handlungsbegriffe erfassen. Die weiteren Begriffsbildungen mit Hilfe von $\mathfrak{T}_1$ und $\mathfrak{T}_2$ und die Gesetze, die für sie gelten, sollen die systematische Fruchtbarkeit dieser Begriffe als praxiologischer Grundbegriffe erweisen. Aber erst weitere Diskussionen werden zeigen, ob diese Begriffe auch ein adäquates Modell für die Interpretation von Aussagen über Handlungen in der normalen Sprache liefern.

Es mag auf den ersten Blick vielleicht unbefriedigend erscheinen, daß wir mit $\mathfrak{T}_1$ und $\mathfrak{T}_2$ *zwei* Handlungsbegriffe i. w. S. als Grundbegriffe verwenden. Die Unterscheidung von Aktivitäten und Handlungen i. e. S. findet sich jedoch, wie Vendler gezeigt hat, auch in der normalen Sprache, und es kann nicht Aufgabe der Handlungslogik sein, bestehende Unterschiede zu verwischen. Einen gewissen Trost mag man darin finden, daß viele Gesetze, wenn auch keineswegs alle, für beide Handlungsbegriffe (i. w.S.) gelten, wie die Ausführungen im Abschnitt 7 zeigen werden.

Zum Zusammenhang der beiden Begriffe läßt sich folgendes sagen: Aus $\mathfrak{T}_1(Z,s,w,t)$ folgt weder $\mathfrak{T}_2(Z,s,w,t)$, noch gilt die Umkehrung. Das ergibt sich schon daraus, daß weder $PA(Z) \supset VA(Z)$, noch $VA(Z) \supset PA(Z)$ gilt. Wir können aber jedem Z ein Z° mit $PA(Z^\circ)$ zuordnen, indem wir setzen:

$\langle w,t\rangle \varepsilon Z^\circ \equiv \bigvee w't't''(t' \leqq t < t'' \wedge L(Z,w',t',t'') \wedge w'(t+1) = w(t+1))$.

Aus $\mathfrak{T}_2(Z,s,w,t)$ folgt nicht $\mathfrak{T}_1(Z^\circ,s,w,t)$, denn es kann $R_{w(t)} = Z_{wt}$ sein. Es gilt aber $\mathfrak{T}_2(Z,s,w,t) \supset \bigvee t'(t \leqq t' \wedge \mathfrak{T}_1(Z^\circ,s,w,t'))$, also auch $\mathfrak{T}_2(Z,s,w,t) \supset \bigvee Z't'(t \leqq t' \wedge \mathfrak{T}_1(Z',s,w,t'))$. Wenn also Z in w,t eine Handlung von s ist, so vollzieht s im Verlauf von Z auch eine Aktivität. Das war ja eine unserer Definitionsbedingungen für $\mathfrak{T}_{20}$.

Umgekehrt können wir jedem Z mit PA(Z) für jeden Zeitpunkt t ein Z^*_t mit $VA(Z^*_t)$ zuordnen, indem wir setzen $Z^*_t := \{\langle w,t'\rangle : t = t' \wedge \langle w,t'\rangle \varepsilon Z\}$. Es gilt dann $\mathfrak{T}_1(Z,s,w,t) \supset \mathfrak{T}_2(Z^*_t,s,w,t)$. Jede Aktivität von s in w,t, beschränkt auf t, stellt also eine Handlung von s in w,t dar.

6 *Weitere praxiologische Begriffe*

Im Sinne der oben angegebenen Definitionen nach Åqvist können wir mit $\mathfrak{T}_1$ und $\mathfrak{T}_2$ weitere praxiologische Begriffe definieren. Wir setzen zunächst:

I) a) $\mathfrak{H}_{1/2}(Z,s,w,t) := \mathfrak{M}(\{\langle w',t'\rangle : \mathfrak{T}_{1/2}(Z,s,w',t')\},w,t)$ – Z ist in w und t eine mögliche Aktivität/Handlung von s

b) $\mathfrak{U}_{1/2}(Z,s,w,t) := \mathfrak{H}_{1/2}(Z,s,w,t) \wedge \neg\mathfrak{T}_{1/2}(Z,s,w,t)$ – s unterläßt in w und t die Aktivität/Handlung Z.

I a und b umfassen also zwei Definitionen: die von $\mathfrak{H}_1$ mit $\mathfrak{T}_1$, bzw. von $\mathfrak{U}_1$ mit $\mathfrak{H}_1$ und $\mathfrak{T}_1$, sowie die von $\mathfrak{H}_2$ mit $\mathfrak{T}_2$, bzw. von $\mathfrak{U}_2$ mit $\mathfrak{H}_2$ und $\mathfrak{T}_2$. Bei Aussagen, die für beide Indices gelten, lassen wir im folgenden diese Indices auch weg.

„$\mathfrak{H}(Z,s,w,t)$" läßt sich auch lesen als „s *kann* in w und t Z tun". Wir haben also in $\mathfrak{H}$ ein Prädikat vor uns, das dem umgangssprachlichen „tun können" entspricht.

Das Wort „Können" wird im Deutschen syntaktisch in zwei Formen verwendet, als *Satzoperator* in Sätzen der Form (1) „Es kann sein, daß p" und als *Prädikatenprädikat* in Sätzen der Form (2) „s kann F (tun)". In Sätzen der Form (1) bedeutet „Es kann sein, daß" soviel wie „Es ist möglich, daß", wobei dieses Wort im Sinn einer objektiven Möglichkeit (z. B. einer logischen oder naturgesetzlichen Möglichkeit) oder im Sinn einer subjektiven (doxastischen) Möglichkeit (also im Sinn von „Ich halte es für möglich, daß") verstanden werden kann. „Können" in diesem Sinn ist kein spezifischer Term der Handlungslogik.

Sätze der Form (2) besagen

2a) s beherrscht die Tätigkeit (Kunst, Technik, Sportart) F, wie z. B. in „Fritz kann Skifahren" oder „Fritz kann Radios reparieren".

2b) Es ist s erlaubt, F zu tun (s darf F tun), wie z. B. in „Man kann hier links abbiegen".

2c) Es ist mit der Verfolgung gewisser Ziele verträglich, wenn s F tut, wie z. B. in „Bei dieser Tour kann man auf einen Eispickel verzichten".

2d) Es ist s möglich, (es steht in seiner Macht), F zu tun, wie z. B. in „Da sein Zug pünktlich in München eintraf, kann Fritz den 6-Uhr-Zug nach Lenggries nehmen".

Von diesen 4 möglichen Interpretationen ergibt nur (2 d) einen praxiologischen Begriff, und den können wir durch $\mathfrak{H}$ wiedergeben[23].

Das Wort „müssen" kommt ebenfalls in zwei syntaktisch verschiedenen Formen vor: (3) „Es muß der Fall sein, daß p" und (4) „s muß F (tun)". (3) besagt soviel wie „Es kann nicht der Fall sein, daß ¬p", und ein entsprechender Bedeutungszusammenhang mit „können" gilt auch in den Fällen

4b) „Man muß hier rechts abbiegen", d. h. „Es ist geboten, F zu tun" oder „Es ist nicht erlaubt, F zu unterlassen".

4c) „Bei dieser Tour muß man einen Eispickel mitnehmen", d. h. „Es ist mit der Verfolgung gewisser Ziele unverträglich, F zu unterlassen".

Für (2a) gibt es dagegen keine Entsprechung zu „müssen", und dasselbe gilt für (2d). Wenn es nicht in meiner Macht steht, F zu unterlassen, so folgt daraus, daß F keine mögliche Handlung ist. Sätze der Form (4) präsupponieren jedoch immer, daß F-Tun eine Handlung ist. In dem Satz „Da sein Zug nicht pünktlich in München eintraf, muß Fritz einen späteren Zug als den 6-Uhr-Zug nach Lenggries nehmen", ist zwar impliziert, daß es nicht in Fritzens Macht steht, den 6-Uhr-Zug zu nehmen, aber nicht, daß es nicht in seiner Macht stünde, überhaupt nicht nach Lenggries zu fahren. „Müssen" wird hier also im Sinne von (4c) verstanden, und die Unmöglichkeit, den 6-Uhr-Zug zu erreichen, ist nur ein Grund für die Aussage, daß Fritz etwas tun muß. Müssen impliziert Können und Tun Können impliziert Unterlassen Können, und das würde bei einer Deutung von „müssen" in Entsprechung zu (2d) nicht gelten.

Es ist oft betont worden, daß aus „s unterläßt es nicht, F zu tun" nicht folgt „s tut F". Eine solche Implikation gilt nur unter der Voraussetzung, daß s F tun kann. Das folgt direkt aus der Definition Ib. Die Aussage „s unterläßt es, F zu tun" präsupponiert, daß s Grund hätte, F zu tun. Von dieser Bedeutungskomponente von „unterlassen" sehen wir hier ab.

Wenn man es unterläßt, F zu tun, so heißt das nicht, daß man es *vermeidet*, F zu tun, indem man eine Handlung vollzieht, die ein F-Tun ausschließt. Wir werden im Abschnitt 7 sehen, daß sich Aktivitäten in diesem Punkt wesentlich von Handlungen unterscheiden: Ist F eine Aktivität, so unterläßt man es genau dann, F zu tun, wenn man nicht-F tut. Das Unterlassen einer Aktivität stellt also selbst eine Aktivität dar. Für Handlungen gilt das dagegen nicht. Es gibt zwar zu jeder Handlung F Handlungen F′, mit denen man F nicht tut, aber wenn man es unterläßt, F zu tun, so folgt daraus noch nicht, daß man eine dieser Handlungen vollzieht. Unser Handlungsbegriff ist also insofern von Interesse, als er zeigt, daß man nicht generell voraussetzen kann, wie das bei Formalisierungen von Aussagen über Handlungen oft unreflektiert geschieht, die Menge der möglichen Handlungen sei gegenüber der Anwendung logischer Operationen abgeschlossen.

Relationen des *Bewirkens* kann man wie folgt einführen:

II a) $\mathfrak{E}_{1/2}(Z,s,w,t,Z') := \mathfrak{T}_{1/2}(Z,s,w,t) \wedge W^{w(t)} \cap Z_t \subset Z'_t \wedge$
$W^{w(t)} \cap \overline{Z'_t} \neq \Lambda$ –
s bewirkt in w und t durch die Aktivität/Handlung Z, daß Z′.

b) $\mathfrak{S}_{1/2}(s,w,t,Z') := \bigvee Z \mathfrak{E}_{1/2}(Z,s,w,t,Z')$ –
s bewirkt in w und t, daß Z′.

Bewirken Können und Unterlassen zu Bewirken sind in Analogie zu I a, b zu definieren. Man überlegt sich leicht, daß gilt $\mathfrak{S}_1(s,w,t,Z') \supset \mathfrak{S}_2(s,w,t,Z')$, aber nicht umgekehrt, und daß $\mathfrak{S}_2(s,w,t,Z')$ genau dann gilt, wenn es eine endliche Strategie U mit $U \in P^*(s,w,(t))$ und $U \subset Z'_t$ gibt und wenn gilt $W^{w(t)} \cap Z'_t \neq \Lambda$. Wir nennen eine Strategie U *endlich,* wenn gilt $\bigwedge w'(w' \in U \supset \bigvee t'(W^{w'(t')} \subset U))$, wenn es also für die Befolgung von U nur darauf ankommt, was man in endlichen Zeitabschnitten tut. s kann also in w und t genau dann durch eine Handlung bewirken, daß Z′ in t gilt, wenn es eine endliche Strategie von s in w(t) gibt, mit der er das bewirken kann.

Sehen wir als Ursache des Ereignisses Z′t in w, wie das oben schon diskutiert wurde, den Übergang von einem Weltmoment w(t′) zu w(t′+1) an, wenn gilt $W^{w(t')} \cap \overline{Z'_t} \neq \Lambda$ und $W^{w(t'+1)} \subset Z'_t$, so gilt für $\mathfrak{E}_1(Z,s,w,t,Z')$, daß diese Ursache die Aktivität Z von s in w und t ist. Für $\mathfrak{E}_2(Z,s,w,t,Z')$ gilt hingegen nur, daß die Handlung Z von s in w und t notwendigerweise in t oder danach eine Aktivität impliziert, die Ursache von Z'_t ist. Es erscheint aber sinnvoll, den Begriff des Bewirkens so zu verallgemeinern, denn wir sagen z. B. auch dann, daß das Training, dem sich jemand unterzieht, einen Gesundheitsschaden bei ihm bewirkt, wenn dieser nur durch bestimmte Anstrengungen im Verlauf des Trainings verursacht wird.

Es ist oft bemerkt worden, daß der Begriff der Ursache im Bereich der Naturvorgänge vom menschlichen Handeln abgezogen ist. Es könnte sich als fruchtbar erweisen, diesen Ursprung des Begriffes nicht als Anthropomorphismus abzutun, sondern darauf bei Explikationsversuchen für diesen Begriff zurückzugreifen. Als Ursache eines kontingenten Ereignisses B wäre danach ein Ereignis A zu bestimmen, das B zur notwendigen Folge hat und das manipulierbar ist, sei es durch die Natur oder durch Lebewesen. Dieser Definitionsgedanke wird durch $\mathfrak{E}$ erfaßt. Danach gibt es zu jeder Ursache eine Instanz – einen Spieler oder eine Spielergruppe (alle hier betrachteten praxiologischen Begriffe lassen sich auch für Spielergruppen $S' \subset S$ anstatt für einzelne Spieler s definieren, wenn man von den Mengen P(S',i) anstelle von P(s,i) ausgeht) —, als deren „Handlung" — das Wort ist in Anwendung auf die Natur sicher ungewöhnlich — sich die Ursache darstellt. In einem deterministischen Universum, in dem jeder Weltmoment nur einen möglichen unmittelbaren Nachfolger hat, gäbe es danach keine Ursachen. Ursachen im vorgeschlagenen Sinn gibt es nur, wo Indeterminiertheiten auftreten, z. B. wo nur statistische Naturgesetze gelten, oder Freiheit im Spiel ist. Es wäre interessant zu untersuchen, ob sich die Schwierigkeiten bei der Explikation des Ursachenbegriffs bei einer solchen praxiologischen Deutung beheben lassen.

s kann *verhindern*, daß das Ereignis Z'_t eintritt, wenn s bewirken kann, daß Z'_t nicht eintritt. Kann s Z'_t bewirken, so folgt daraus nicht, daß s Z'_t auch verhindern kann; unterläßt es s, Z'_t zu bewirken, d. h. unterläßt s jede Handlung, die Z'_t bewirken würde, so folgt daraus nicht, daß s etwas tut, das Z'_t ausschließt. Daher gilt auch nicht, daß Zulassen Bewirken impliziert. s *läßt es zu*, daß das Ereignis Z'_t eintritt, wenn s es verhindern kann, aber nicht verhindert. Daraus folgt nicht, daß s Z'_t bewirken kann, und auch wenn das gilt, folgt aus der Tatsache, daß Z'_t eintritt, nicht, daß s Z'_t bewirkt. Denn während aus Z und der Tatsache, daß Z eine mögliche Handlung (i. w. S.) darstellt, folgt, daß s Z tut, gilt das nicht für den Begriff des Bewirkens. Das wird aus den Gesetzen der Handlungslogik deutlich, denen wir uns nun zuwenden.

7 *Die Sprache L*

Wir wollen eine Sprache L angeben, in der sich die oben diskutierten praxiologischen Begriffe ausdrücken lassen. Unser Ziel ist dabei nicht, ein vollständiges Axiomensystem für diese Begriffe aufzubauen. Es soll nur gezeigt werden, wie sich die Begriffe der Metasprache in objektsprachliche Ausdrücke übersetzen lassen. Mit diesen sollen dann einige Theoreme der Handlungslogik formuliert werden, die den Inhalt der praxiologischen Begriffe verdeutlichen und damit ihre Diskussion erleichtern.

Das *Alphabet* der Sprache L soll abzählbar viele Gegenstandskonstanten (GK) und -variablen (GV) enthalten, abzählbar viele Prädikatenkonstanten (PK) jeder Stellenzahl $n \geqq 1$, die logischen Symbole $\neg$, $\supset$, Λ, die Satzoperatoren D, N, S, T (mit Indices) sowie als Hilfszeichen das Komma und runde Klammern.

Die Sätze von L werden so definiert:

a) Ist F eine n-stellige PK und sind $a_1, \ldots, a_n$ GK von L, so ist $F(a_1, \ldots, a_n)$ ein Satz von L.

b) Ist A ein Satz von L, so sind auch $\neg A$, NA und $D_* A$ (wo $*$ einen Index vertritt) Sätze von L.

c) Sind A und B Sätze von L, so ist auch $(A \supset B)$ ein Satz von L.

d) Ist A[a] ein Satz von L, a eine GK, x eine GV, die in A[a] nicht vorkommt, so ist auch $\Lambda x A[x]$ ein Satz von L[24].

e) Ist a eine GK und A ein Satz von L, so sind auch $S_1(a,A)$, $S_2(a,A)$, $T_1(A,a)$ und $T_2(A,a)$ Sätze von L.

Bei der Klammersetzung folgen wir den üblichen Regeln, wobei in der Reihe $\neg$, $\wedge$, $\vee$, $\supset$, $\equiv$ jeder frühere Operator stärker binden soll als jeder spätere.

Wir definieren die übrigen aussagenlogischen und prädikatenlogischen Operatoren wie üblich und setzen:

D 18: a) $MA := \neg N \neg A$

b) $N^*A := D_0 N D^* A$

c) $T^*_{1/2}(A,a) := N^*(A \supset T_{1/2}(A,a)) \wedge A$

d) $H_{1/2}(A,a) := MT_{1/2}(A,a)$

e) $U_{1/2}(A,a) := H_{1/2}(A,a) \wedge \neg T_{1/2}(A,a)$

f) $E_{1/2}(A,a,B) := T_{1/2}(A,a) \wedge N(A \supset B) \wedge M \neg B$.

Wir sagen nun:

D 19: Eine *Interpretation* von L ist ein Quintupel $\langle U,I,R,P,\Phi \rangle$, für das gilt:

1) U ist ein nichtleerer Objektbereich.

2) $\langle I,R,U \rangle$ ist eine C-Struktur (vgl. D 12; sie definiert nach D 2 die Mengen T und W)[25].

3) Φ ist eine Funktion, so daß für alle $w \in W$, $t \in T$ gilt

a) $\Phi_{wt}(a) \in U$ für alle GK

b) $\Phi_{wt}(a) = \Phi_{w',t'}(a)$ für alle GK a und alle w',t'[26]

c) $\Phi_{wt}(F) \subset U^n$ für alle n-stelligen PK F

d) $\Phi_{wt}(\neg A) = \mathbf{w}$ gdw. $\Phi_{w,t}(A) = \mathbf{f}$

e) $\Phi_{wt}(A \supset B) = \mathbf{w}$ gdw. $\Phi_{w,t}(A) = \mathbf{f}$ oder $\Phi_{w,t}(B) = \mathbf{w}$

f) $\Phi_{wt}(\Lambda x A[x]) = \mathbf{w}$ gdw. $\Lambda \Phi' (\Phi' \underset{a}{=} \Phi \supset \Phi'(A[a]) = \mathbf{w})$ (dabei soll die GK a nicht in A[x] vorkommen)[27]

g) $\Phi_{wt}(D_n A) = \mathbf{w}$ gdw. $\Phi_{wn}(A) = \mathbf{w}$

h) $\Phi_{wt}(D_{-1} A) = \mathbf{w}$ gdw. $\Phi_{wt-1}(A) = \mathbf{w}$

i) $\Phi_{wt}(D_{\leq} A = \mathbf{w}$ gdw. $\vee t'(t \leq t' \wedge \Phi_{wt'}(A) = \mathbf{w})$

j) $\Phi_{wt}(D^* A) = \mathbf{w}$ gdw. $\Lambda t'(\Phi_{wt'}(A) = \mathbf{w})$[28]

k) $\Phi_{wt}(NA) = w$ gdw. $\mathfrak{N}([A],w,t)$ (vgl. D 10)

l) $\Phi_{wt}(T_{1/2}(A,a)) = w$ gdw. $\mathfrak{T}_{1/2}([A],\Phi_{wt}(a),w,t)$ (vgl. D 13 und D 17)

m) $\Phi_{wt}(S_{1/2}(a,B)) = w$ gdw. $\bigvee Z(\mathfrak{T}_{1/2}(Z,\Phi_{wt}(a),w,t) \wedge W^{w(t)} \cap Z_t \subset [B]_t) \wedge W^{w(t)} \cap \overline{[B]}_t \neq \Lambda$.

Wir definieren formal wahre Sätze und formal gültige Schlüsse wie üblich so

D 20 a) Eine Interpretation $\mathfrak{M} = \langle U,I,R,P,\Phi \rangle$ *erfüllt* den Satz A in w,t genau dann, wenn gilt $\Phi_{wt}(A) = w$.

b) A ist *gültig in* $\mathfrak{M}$ genau dann, wenn für alle w,t gilt $\Phi_{wt}(A) = w$.

c) A ist *praxiologisch wahr* genau dann, wenn A in allen Interpretationen gültig ist.

e) Ein Schluß $A_1, \ldots, A_n \rightarrow B$ ist *gültig in* $\mathfrak{M}$ genau dann, wenn für alle w,t mit $\Phi_{wt}(A_1) = \ldots = \Phi_{wt}(A_n) = w$ auch $\Phi_{wt}(B) = w$ ist.

f) Ein Schluß ist *praxiologisch gültig* genau dann, wenn er in allen Interpretationen gültig ist.

Wir geben nun eine Reihe von Theoremen der Handlungslogik (von praxiologisch gültigen Sätzen) an. Obwohl wir keine Axiomatisierung der Handlungslogik versuchen wollen, unterscheiden wir zwischen Grundgesetzen (als Axiomenkandidaten) – in der Numerierung unter „A" – und Gesetzen – in der Numerierung unter „B" –, die aus den Grundgesetzen ableitbar sind[29]. Die prädikatenlogischen Axiome und Regeln werden dabei vorausgesetzt.

I) *Gesetze für N und N**

N erfüllt die Axiome von S 5. Auf Gesetze über D-Operatoren wie z. B.

$D_m(\neg A) \equiv \neg D_m A$

$D_m(A \supset B) \equiv D_m A \supset D_m B$

$D_m \Lambda x A[x] \equiv \Lambda x D_m A[x]$

$D_m A \equiv D_n D_m A$

und auf Gesetze über den Zusammenhang der D-Operatoren mit N, wie z. B.

$D_n N D_m A \supset D_r N D_m A$ für $r \geqq n$

$D_{-1} NA \supset ND_{-1}A$

gehen wir nicht ein, da wir sie im folgenden nicht benötigen.

Mit N^*A können wir nach D 18 b ausdrücken, daß der Satz A bei der zugrundegelegten Interpretation $\mathfrak{M}$ in allen Welten zu allen Zeiten gilt, d. h. bzgl. $\mathfrak{M}$ analytisch ist. Auch N^* erfüllt also die Axiome von S 5, und darüber hinaus gilt folgendes Substituierbarkeitsprinzip
$N^*(A \equiv B) \supset (C[A] \equiv C([B])$.

II *Gesetze für T*

Von den folgenden Gesetzen gelten die mit einem Stern bezeichneten nur für den Index 1, die übrigen für die Indices 1 und 2.

A 1) $T(A,a) \supset A$
2) $T(A,a) \supset M \neg A$
3) $A \wedge H(A,a) \supset T(A,a)$
* 4) $H(A,a) \supset H(\neg A,a)$
5) $H(A,a) \wedge H(B,a) \wedge M(A \wedge B) \supset H(A \wedge B,a)$
6) $\Lambda x H(A[x],a) \wedge M \Lambda x A[x] \supset H(\Lambda x A[x],a)$
7) $H(A,a) \supset H(T(A,a),a)$

B 1) $T(A,a) \equiv A \wedge H(A,a)$
2) $U(A,a) \equiv H(A,a) \wedge \neg A$
* 3) $U(A,a) \equiv T(\neg A,a)$
4) $H(A,a) \equiv MU(A,a)$
* 5) $H(A,a) \wedge H(B,a) \wedge M \neg (A \vee B) \supset H(A \vee B,a)$
* 6) $\Lambda x H(A[x],a) \wedge M \neg V x A[x] \supset H(V x A[x],a)$
7) $H(A,a) \supset MA \wedge M \neg A$
8) $H(A,a) \supset (U(A,a) \equiv \neg T(A,a))$
9) $H(A,a) \equiv H(T(A,a),a)$
* 10) $H(A,a) \equiv H(U(A,a),a)$
11) $T(A,a) \equiv T(T(A,a),a)$
* 12) $T(A,a) \equiv U(U(A,a),a)$
* 13) $U(A,a) \equiv T(U(A,a),a)$
14) $U(A,a) \equiv U(T(A,a),a)$
15) $H(A,a) \equiv N(A \equiv T(A,a)) \wedge MA$
16) $H(A,a) \equiv N(\neg A \equiv U(A,a)) \wedge M \neg A$.

Für T_2, H_2, U_2 gelten anstelle von B 10, 12, 13 nur die Implikationen von rechts nach links. Mit der Zusatzprämisse $H_2(\neg A,a)$ gelten dagegen B 3, 10, 12, 13.

Für T^*_1 (vgl. D 18 c) und die Operatoren H^*_1 und U^*_1, die man dazu in Analogie zu D 18 d, e definieren kann, gelten nur A 4 und

B 3, 5, 6 nicht. Für T^*_2, H^*_2, U^*_2 gelten darüber hinaus auch B 10, 12, 13 nicht.

III *Gesetze für E*

Die Gesetze für die Operatoren E_1 und E_2 kann man nach D 18 f aus den angegebenen Gesetzen für T_1, T_2 und N ableiten, mit Ausnahme der Iterationsprinzipien, für die wir unter II keine Gesetze formuliert haben, die dazu hinreichen würden. Die Operatoren $H_{E1/2}$ und $U_{E1/2}$ definieren wir in Analogie zu D 18 d, e so:

$H_{E1/2}(A,a,B) := ME_{1/2}(A,a,B)$ – a kann mit A bewirken, daß B

$U_{E1/2}(A,a,B) := H_{E1/2}(A,a,B) \wedge \neg E_{1/2}(A,a,B)$ – a unterläßt es, mit A zu bewirken, daß B.

A*1) $H_E(A,a,B) \supset H(E(A,a,B),a)$

*2) $H_E(A\ a\ B) \supset H(U_E(A,a,B),a)$

B 1) $E(A,a,B) \equiv H_E(A,a,B) \wedge A$

2) $U_E(A,a,B) \equiv H_E(A,a,B) \wedge \neg A$

3) $H_E(A,a,B) \wedge \neg B \supset U_E(A,a,B)$

4) $H_E(A,a,B) \equiv MU_E(A,a,B)$

5) $U_E(A,a,B) \equiv N(A \supset B) \wedge M \neg B \wedge U(A,a)$

6) $H_E(A,a,B) \equiv N(A \supset B) \wedge M \neg B \wedge H(A,a)$

7) $N(A \supset B) \wedge M \neg B \supset (U_E(A,a,B) \equiv U(A,a))$

8) $N(A \supset B) \wedge M \neg B \supset (E(A,a,B) \equiv T(A,a))$

9) $H_E(A,a,B) \wedge H_E(A,a,C) \supset H_E(A,a,B \wedge C)$

*10) $H_E(A,a,B) \wedge H_E(C,a,B) \supset H_E(A \vee C,a,B)$

11) $E(A,a,B) \wedge N(B \supset C) \wedge M \neg C \supset E(A,a,C)$

Die Iterationsgesetzte in Analogie zu II, B 9–14, also z. B. $E(A,a,B) \equiv T(E(A,a,B),a)$ oder $H_E(A,a,B) \equiv H(U_E(A,a,B),a)$, gelten sämtlich nur für den Index 1.

IV *Gesetze für S*

Wir definieren wieder, in Analogie zu D 18 d, e:

$H_{S1/2}(a,A) := MS_{1/2}(a,A)$ – a kann bewirken, daß A

$U_{S1/2}(a,A) := H_{S1/2}(a,A) \wedge \neg S_{1/2}(a,A)$ – a unterläßt es zu bewirken, daß A.

Es gelten dann die Gesetze:

A 1) $E(A,a,B) \supset S(a,B)$

2) $S(a,B) \supset B$
3) $S(a,B) \supset M \neg B$
*4) $H_S(a,B) \supset H(S(a,B),a)$
*5) $H_S(a,B) \supset H(U_S(a,B),a)$
6) $S(a,B) \wedge N(B \supset C) \wedge M \neg C \supset S(a,C)$.

B 1) $S(a,B) \supset H_S(a,B) \wedge B$
2) $H_S(a,B) \supset (\neg S(a,B) \equiv U_S(a,B))$
3) $H_S(a,B) \wedge \neg B \supset U_S(a,B)$
4) $U_S(a,B) \wedge H_E(A,a,B) \supset \neg A$
5) $H_S(a,B) \equiv MU_S(a,B)$

Die Iterationsgesetze in Analogie zu II, B 9–14, also z. B. $H_S(a,B) \equiv H(S(a,B),a)$ oder $U_S(a,B) \equiv U(S(a,B),a)$ gelten sämtlich nur für den Index 1.

Ferner gilt

C 1) $S_1(a,B) \supset S_2(a,B)$, umgekehrt gilt aber nur
C 2) $S_2(a,B) \supset MD_{\leq} S_1(a,B)$.

Es gelten dagegen z. B. folgende Sätze *nicht*:

$H_S(a,B) \wedge B \supset S(a,B)$
$U_S(a,B) \supset \neg B$
$H_S(a,B) \supset H_S(a, \neg B)$
$H_S(a,A) \wedge H_S(a,B) \wedge M(A \wedge B) \supset H_S(a,A \wedge B)$.

8 *Erweiterungen*

Zum Abschluß soll noch kurz auf einige Erweiterungen der oben skizzierten Handlungslogik hingewiesen werden, die ihr einen breiteren Anwendungsbereich sichern.

A) *Normale Welten*

Wie schon bei der Diskussion der Bewirkensrelation von Åqvist betont wurde, ist es für manche Anwendungen angezeigt, die Bedingung $N(A \supset B) \wedge M \neg B$ durch Bezugnahme auf normale Welten zu modifizieren. Wir führen dazu in die Sprache L einen Operator K und eine Satzkonstante O ein, so daß mit A und B auch K(A,B) ein Satz von L ist, und interpretieren K und O so, daß gilt

n) $\Phi_{wt}(K(A,B)) = w$ gdw. $\mathfrak{K}([A],[B],w,t)$ (vgl. D 11 a)
o) $\Phi_{wt}(O) = w$ gdw. $w \in f(w(t),W)$[30].

K erfüllt dann die Axiome des bedingten Glaubensbegriffs in Kutschera (76), S. 101. Man kann mit Hilfe von K auch N definieren durch $NA := K(A, \neg A)$. Anstelle der in Kutschera (76) angegebenen Axiome G′10 und G′11 treten die stärkeren Prinzipien $K(A,B) \supset NK(A,B)$ und $\neg K(A,B) \supset N \neg K(A,B)$, so daß man die Prinzipien G′8, G′9, d. h. $NA \supset NNA$ und $MA \supset NMA$ aus ihnen ableiten kann. Es gilt zwar nicht $K(A,B) \wedge B \supset A$, wohl aber $O \wedge K(A,B) \wedge B \supset A$.

Wir können damit den modifizierten Begriff des Bewirkens definieren durch

$E'_{1/2}(A,a,B) := T_{1/2}(A,a) \wedge K(B,A) \wedge \neg KB \wedge O$.

Dabei setzen wir

$KA := K(A,T)$, wo T eine Tautologie ist (vgl. D 11 b).

Wir lesen K(A,B) als „Wenn B, so normalerweise A“. Gilt O, so können wir auch K(A,B) als „Wenn B, dann A“ lesen[31]. KA besagt soviel wie „Normalerweise gilt A“. Åqvists Definition würde dem Definiens (*) $T(A,a) \wedge B \wedge \neg KT(A,a) \wedge \neg K(B, \neg T(A,a)) \wedge K(B,T(A,a))$ entsprechen. Aus $E'_{1/2}(A,a,B)$ folgt aber auch (*), wie man leicht verifiziert. Umgekehrt folgt für O aus (*) auch $E'_{1/2}(A,a,B)$. Die Bedingung O ist aber unerläßlich, wie wir schon früher betont haben. Gilt sie nicht, so kann es ein C geben, so daß gilt $T(A,a) \wedge K(B,A) \wedge \neg KB \wedge C \wedge \neg K(B,A \wedge C)$. In einem solchen Fall, in dem es also eine Tatsache C gibt, die in Verbindung mit A nicht normalerweise zur Folge hat, daß B gilt, würde man aber nicht mehr sagen können, daß die Handlung A das Ereignis B bewirkt.

Unter Bezugnahme auf $E'_{1/2}$ lassen sich modifizierte $S_{1/2}$-Relationen ebenso einführen, wie die oben verwendeten $S_{1/2}$-Relationen mit den $E_{1/2}$-Begriffen.

Man kann auch die Relationen $T_{1/2}$, $H_{1/2}$ und $U_{1/2}$ durch Bezugnahme auf die f(i,U)-Mengen modifizieren. Anstelle der Mengen P(s,w(t)) hätte man dabei von Mengen $P^+(s,w(t),U) := \{X' : \vee X(X \in P(s,w(t)) \wedge X' = X \cap (f(w(t),U))_{t+1})\}$ auszugehen, und in D 17 würde anstelle der Bedingung $\Lambda w't't''(w' \in W^{w(t)} \wedge \ldots)$ im Definiens die Bedingung $\Lambda w't't''(w' \in f(w(t),U) \wedge \ldots) \wedge w \in f(w(t),U)$ treten, wobei die P(s,i)-Mengen durch die $P^+(s,i,U)$-Mengen ersetzt werden. Man würde so für Welten, die unter der Bedingung U normal sind, auf U relativierte Begriffe des Tuns, des Tunkönnens und des Unterlassens erhalten. Solche komplexeren Begriffsbildungen näher zu diskutieren erscheint jedoch erst dann als sinnvoll, wenn sich die einfachen bewährt haben. Der Hinweis auf die möglichen Modifikationen sollte hier nur dazu dienen, Einwänden zuvorzukommen, die sich darauf beziehen, daß wir bei der Beurteilung dessen, was jemand tun kann, meist nur auf die unter den gegebenen Umständen normalerweise zu erwartenden Situationen Bezug nehmen.

B) *Glauben*

Die Semantik des starken Glaubensbegriffs, den wir hier allein betrachten wollen, ist in Kutschera (76), Kap. 4 ausführlich entwickelt worden. Es geht hier nur darum, diese Semantik auf Baumuniversen zu übertragen. Das macht aber keine Schwierigkeiten. Ist $g_s(i,U)$ die Menge der Welten, von denen die Person s in i glaubt, daß unter der Bedingung U eine von ihnen die wirkliche Welt sei, so soll $g(i,U)$ die Bedingungen erfüllen:

I a) $g_s(i,U) \subset U$

b) $U \subset U' \wedge g_s(i,U) \neq \Lambda \supset g_s(i,U') \neq \Lambda$

c) $g_s(i,U) \cap U' \neq \Lambda \supset g_s(i,U \cap U') = g_s(i,U) \cap U'$

d) $w \in g_s(i,W) \supset g_s(w(z(i)),U) = g_s(i,U)$

e) $w \in G_{si} \supset G_{sw(z(i))} = G_{si}$, dabei sei $G_{si} := \mathsf{U} g_s(i,U)$.

Setzen wir nun $\Phi_{wt}(G(a,A,B)) = w$ gdw. $g_{\Phi_{wt}(a)}(w(t),[B]_t) \subset [A]_t$, so gelten die in Kutschera (76), S. 101 angegebenen Axiome für den bedingten Glaubensbegriff mit Ausnahme von G′7. Dabei ist zu beachten, daß die dort durch „N“ und „M“ bezeichneten Operatoren nicht mit den hier früher so bezeichneten identisch sind. Setzen wir $LA := G(A, \neg A)$, und $PA := \neg L \neg A$ (schreiben also „L“ für das dortige „N“, und „P“ für das dortige „M“), so gilt das Prinzip $LA \supset A$ nicht, das allerdings ohnehin eine etwas problematische Forderung über die Entsprechung von rationalem Glauben und Realität darstellt („Was man unter allen Umständen glaubt, ist wahr“)[32].

Da zwischen den Annahmen von s in w(t) und denen in w′(t′) keine logischen Zusammenhänge bestehen, bieten sich keine über I hinausgehenden Forderungen an den Glaubensbegriff an; Bedingungen wie IV b aus Abschnitt 4 finden hier also keinen Platz.

C) *Wollen*

In der Präferenzlogik nimmt man an, daß eine Person s (in einem Weltmoment i) den möglichen Welten w Werte $u_{is}(w)$ zuordnet und daß eine subjektive Wahrscheinlichkeit p_{is} von s auf der Potenzmenge von W erklärt ist[33]. Gibt es nur endlich viele Welten, so ist der Wert des Ereignisses U für s in i bestimmt durch:

II) $$\mathfrak{V}_{is}(U) = \frac{1}{p_{is}(U)} \cdot \sum_{w \in U} u_{is}(w) \cdot p_{is}(\{w\}).$$

Dieser Wert ist also ein mit den Wahrscheinlichkeiten $p_{is}(\{w\})$ gewichtetes Mittel der Werte $u_{is}(w)$ für alle $w \in U$. Unter der Bedingung U′ hat U für s in i den Wert

III) $\mathfrak{V}_{is}(U,U') = \frac{1}{p_{is}(U,U')} \cdot \sum_{w \in U} u_{is}(w) \cdot p_{is}(\{w\},U')$.

Es gilt dann, daß die Person s unter der Bedingung U′ das Ereignis U dem Ereignis U^+ *vorzieht,* wenn $\mathfrak{V}_{is}(U^+,U') < \mathfrak{V}_{is}(U,U')$ ist. Wir wollen vereinfachend annehmen, daß jedes nichtleere Ereignis U Welten enthält, die für s in i optimal sind. $u_s(i,U)$ sei die Menge dieser Welten. $u_s(i,U)$ ist dann für alle $i \in I$ und $U \subset W$ eine Auswahlfunktion, welche dieselben Bedingungen erfüllt, wie wir sie für die Funktion $g_s(i,U)$ oben unter I angegeben haben[34].

Unter der Bedingung U will s in i sicher eine der Welten aus $u_s(i,U)$ realisieren; welche das ist, spielt für s keine Rolle, denn sie sind alle gleich gut. Genau dann, wenn alle diese Welten U′-Welten sind, kann man sagen, daß s in i *will,* daß U′ realisiert wird. Wir führen also in die Sprache L einen Operator V ein, lesen V (a,A,B) als „a will unter der Bedingung B, daß A" und setzen

$\Phi_{wt}(V(a,A,B)) = w$ gdw. $u_{\Phi_{wt}(a)}(w(t),[B]_t) \subset [A]_t$.

Es gelten dann für V(a,A,B) dieselben Grundgesetze wie für G(a,A,B). Definieren wir

V(a,A) := V(a,A,T), wo T eine Tautologie ist,

so besagt V(a,A), daß die Person a prima facie will, daß A gilt.

Das Wort „wollen" wird in der Umgangssprache sowohl als Satzoperator wie als Prädikatenprädikat verwendet. Als Prädikatenprädikat kommt das Wort vor in Sätzen wie z. B. „Fritz will heiraten" oder „Hans will Vize-Präsident werden". Sofern sich solche Sätze nicht in Aussagen der Gestalt „s will, daß p" übersetzen lassen, wie das letztere Beispiel („Hans will, daß er Vice-Präsident wird"), bedeutet das Wort „wollen" in ihnen soviel wie „beabsichtigen", eine Bedeutungsvariante, die uns hier nicht beschäftigen soll.

Ein Satz der Form „s will, daß p" besagt etwas anderes, als daß der Sachverhalt p für s einen positiven Wert hat. Verschiedene, miteinander unverträgliche Sachverhalte können für uns positiven Wert haben, d. h. wünschenswert sein, wir können aber rationalerweise nicht Unverträgliches Wollen. Das, was wir wollen, ist mögliches Ziel von Handlungen, und wir werden in jeder Situation versuchen, das für uns Bestmögliche zu erreichen, nicht nur etwas Positives.

Ferner kann man nicht rationalerweise von einem Sachverhalt q wollen, daß er nicht besteht, der logische Folge eines Sachverhalts p ist, von dem wir wollen, daß er besteht. Entweder man will die Konsequenz q nicht, dann kann man auch p nicht wollen, oder man will p, dann auch q, im Blick darauf, daß p nicht ohne q besteht. Es kann sicherlich vorkommen, daß wir p wollen und eine Konsequenz q nicht wollen, sondern nur in Kauf nehmen. Das ist aber nur dann der Fall, wenn q nicht logische, sondern nur mögliche oder wahrscheinliche Folge von p ist.

Aus diesem Prinzip, daß aufgrund der von U mit U′ auch jede logische Folge von U′ gewollt wird, folgt das Theorem

IV) $V(a,A,B) \supset V(a,A \vee C,B)$.

Damit erhalten wir eine Entsprechung zur Paradoxie von Ross im Falle der deontischen Logik. Wenn s z. B. will, daß er eine Gehaltserhöhung bekommt, so will s auch, daß er eine Gehaltserhöhung bekommt oder daß er einen schweren Unfall erleidet. Hier ist, wie im Fall der deontischen Logik aber erstens zu betonen, daß aus $V(a,A \vee C,B)$ nicht $V(a,C,B)$ folgt. Zweitens kann eine Äußerung des Satzes „s will, daß p oder daß q" wahr aber irreführend sein; d. h. pragmatisch unzulässig. Aus der grundlegenden Forderung, bei Mitteilungen informativ zu sein, ergibt sich, daß eine solche Äußerung konversationell impliziert, daß s zwischen den Möglichkeiten p und q indifferent ist, oder daß der Sprecher keine genaueren Informationen hat über das, was s will. Gilt das nicht, so ist die Äußerung pragmatisch nicht korrekt. Daraus folgt aber nicht, daß sie semantisch nicht korrekt wäre. Wo man freilich die Grenze zwischen semantischen und pragmatischen Regeln ziehen will, ist eine Sache der Konvention; wichtig ist nur, daß semantische und pragmatische Regeln zusammen den normalen Sprachgebrauch hinreichend genau wiedergeben. Im übrigen gilt, daß jede logisch-semantische Präzisierung der Bedeutung umgangssprachlicher Vokabeln eine Umdeutung darstellt. Wir machen uns ein einfaches logisches Modell der Sprache, an dem wir *gewisse* Bedeutungsphänomene studieren können. Ein Anspruch, *alle* Bedeutungsphänomene zu erfassen, ist dabei nicht impliziert[35].

Was man will, hängt offenbar mit dem zusammen, was man glaubt. Wenn s gewissen U′-Welten die Wahrscheinlichkeit Null zuordnet, so spielen sie nach III für den Wert von U unter der Bedingung U′ keine Rolle. $g_s(i,U')$ ist die Menge der U′-Welten, denen s in i eine positive Wahrscheinlichkeit zuordnet. Daher kommt es für die Frage, ob s in i unter der Bedingung U′ will, daß U, nur darauf an, ob die optimalen U′-Welten positiver Wahrscheinlichkeit in U enthalten sind. Die Menge der optimalen U′-Welten positiver Wahrscheinlichkeit ist $v_s(i,U') \cap$

$g_s(i,U')$. Daher liegt es nahe, anstelle von $v_s(i,U') \subset U$ nur zu fordern $v_s(i,U') \cap g_s(i,U') \subset U$, bzw. $v_s(i,U')$ von vornherein als Menge der U'-Welten positiver Wahrscheinlichkeit zu bestimmen. Dann gilt aber $v_s(i,U') \cap g_s(i,U') = v_s(i,U')$, also $v_s(i,U') \subset g_s(i,U')$. Daraus folgt

V) $G(a,A,B) \supset V(a,A,B)$ – Was man glaubt, das will man auch[36].

Das erscheint nun wiederum als paradox. V gewinnt aber an Plausibilität, wenn man beachtet, daß $v_s(i,U')$ in aller Regel eine echte Teilmenge von $g_s(i,U')$ ist. Der paradoxe Anschein von V erklärt sich also zum Teil ebenso wie die Paradoxie von Ross. Mit einem Sachverhalt p muß ich rationalerweise auch einen Sachverhalt q wollen, von dem ich überzeugt bin, daß er immer dann besteht, wenn p besteht. Das Prinzip $V(a,A,C) \wedge G(a,A \supset B,C) \supset V(a,B,C)$ ist aber V äquivalent. Ferner hat „wollen" meist einen futurischen Sinn; wir wollen, daß ein Zustand eintritt, der bisher nicht besteht. „Glauben" hat dagegen keinen vorwiegend futurischen Sinn. Wenn man z. B. sagt: „s glaubt, daß er in diesem Monat 3000,– DM verdient, will aber mehr verdienen", so meint man damit, daß s in *Zukunft* mehr verdienen will. Der Satz ist also nicht durch $G(a,A) \wedge \neg V(a,A)$ wiederzugeben. Endlich ist zu beachten, daß wir das Wort „glauben" hier immer im starken Sinn von „fest davon überzeugt sein" verstehen. Es kann also im schwachen Sinn von „glauben" als „vermuten" oder „für wahrscheinlich halten" durchaus gelten, daß jemand glaubt, daß etwas der Fall ist, bzw. sein wird, aber nicht will, daß es so ist, bzw. sein wird.

Man überzeugt sich leicht, daß gilt

VI) $V(a,B) \wedge G(a,B \supset A) \wedge G(a,H(A,a)) \supset V(a,T(A,a))$.

Wenn also jemand will, daß das Ereignis B eintritt und überzeugt ist, daß er A tun kann und daß B nur dann eintritt, wenn er A tut, so will er auch A tun. Das ist ein elementares Rationalitätsprinzip.

Für uns ist jedoch vor allem von Interesse, daß wir mit den Operatoren G und V auch einen Begriff absichtlichen Handelns definieren können. Wir setzen

$I(A,a,B) := T(A,a) \wedge V(a,B) \wedge G(a,H(A,a)) \wedge G(a,B \equiv A)$

und lesen „I(A,a,B)" als „a beabsichtigt mit der Handlung A zu erreichen, daß B". Diese Aussage soll also genau dann gelten, wenn a A tut und will, daß B eintritt, und glaubt, daß es ihm möglich ist, A zu tun, und daß das eine notwendige und hinreichende Bedingung für B ist. Wäre A nach Ansicht von a keine notwendige Bedingung für B, so ließe sich die Handlung A nicht allein aus dem Wunsch erklären, B zu erreichen. Wäre A nach Ansicht von a keine hinreichende Bedingung für B, so würde man nicht B, sondern nur die Ermöglichung von B als Absicht der Handlung ansehen. Absichten werden hier also nur für Handlungen erklärt, die aus Entscheidungen unter Sicherheit hervorgehen. Für Handlungen, die aus Entscheidungen unter Risiko oder unter Unsicherheit entstehen, erscheint es fraglich, ob man ihnen neben der generellen Absicht, den Erwartungswert des Nutzens zu maximieren, bzw. (bei Anwendung des Maximin-Prinzips) den möglichen Schaden möglichst gering zu halten, spezielle Sachverhalte als Absichten zuordnen kann[37].

Eine Handlung A wird man als *absichtlich* bezeichnen, wenn es ein Ereignis B gibt, so daß der Handelnde mit A beabsichtigt, zu bewirken, daß B. Nun folgt aber aus I(A,a,B) immer I(A,a,A). Wenn jemand beabsichtigt, mit der Handlung A etwas zu bewirken, so beabsichtigt er mit A auch immer, die Handlung A selbst zu vollziehen. Wir können also die Aussagen „a tut absichtlich A" einfach definieren durch I(A,a,A) oder äquivalent durch

$I(A,a) := T(A,a) \wedge G(a,H(A,a)) \wedge V(a,A)$.

Absichtlich etwas tun heißt also nach V, es bewußt tun.

Abschließend sei noch einmal betont, daß die Begriffe des (starken) Glaubens und des Wollens natürlich kein vollwertiger Ersatz für die Begriffe der Wahrscheinlichkeit und der Präferenz sind. Nur mit diesen lassen sich interessantere Prinzipien rationalen Handelns formulieren als z. B. VI. Hier ging es uns aber lediglich darum, Intentionsbegriffe in einfacher Weise in den Rahmen der Handlungslogik zu integrieren.

Anmerkungen

1 Vgl. dazu den Abschnitt 8 C.

2 Vgl. dazu Kutschera (76), Kap. 4, sowie den Abschnitt 8 B unten.

3 Man kann hier nicht einwenden, der Vorgang sei zwar im Sinne meiner Intention, aber kein absichtliches Verhalten, da man damit schon zugestehen würde, daß neben der Absichtlichkeit noch andere Kriterien für Handlungen erforderlich sind.

4 Für die Grundbegriffe der intensionalen Semantik vgl. Kutschera (76).

5 Vgl. dazu z. B. Kutschera (67), 4.4.2.

6 Vgl. dazu das Theorem T 2.4-4 in Kutschera (76).

7 w steht für den Wahrheitswert „wahr", wie später f für „falsch".

8 Åqvist spricht von „events".

9 Hier wie im folgenden wird auch ∞ als Wert der Variablen $t, t', \ldots$ zugelassen.

10 Daß wir bei Mengen von Paaren eine eineindeutige Darstellbarkeit durch Propositionen auch ohne die Forderung erhalten, daß verschiedene Abschnitte derselben Welt sich nicht überlappen dürfen, liegt daran, daß hier

die Länge der Abschnitte festliegt und bei $\langle w,t \rangle \in H^+$ der Abschnitt $\langle w(t),w(t+1) \rangle$ Element von H sein muß. Da wir jedoch beliebige n-tupel als Elemente von Vorgängen zulassen, so muß ihr Anfang und ihr Ende eindeutig bestimmt sein, damit man Y^+ wieder eindeutig einem Vorgang zuordnen kann.

11 Vgl. dazu Kutschera (76), 2.4 und 2.5.

12 Vgl. dazu auch Kutschera (76), Kap. 3.

13 Es ist zu beachten, daß dem üblichen modallogischen Ansatz ohne Zeitparameter nur die Mengen $f(i)_{z(i)}$ entsprechen, für $U_t := \{w(t): w \in U\}$, d. h. Zustände. Dann gilt für $f(i)_{z(i)} \subset X$ natürlich $i \in X$.

14 Für die Logik der schwachen Notwendigkeit vgl. die Bemerkungen im Abschnitt 8 A.

15 Da Åqvist endliche Baumuniversen betrachtet, ordnet er nur jedes $i \in I\text{-}E$ dem Entscheidungsbereich eines Spielers zu, wobei $E := \{i: \neg \bigvee j(iRj)\}$ die Menge der *Endmomente* ist.

16 Dieser Mangel macht sich freilich in der Definition des Begriffs $\mathfrak{B}_A(H,s,w,t,U)$ bei Åqvist nicht bemerkbar, da dort wegen $W^{w(t)} \cap H_{w(t)} \subset U$ und $W^{w(t)} \cap \bar{U} \neq \Lambda$ gilt $W^{w(t)} \cap H_{w(t)} \neq \Lambda$, so daß H eine Handlung ist, die s in w nach t auch unterlassen kann.

17 Im Fall unabhängiger Handlungen kann man in III auf die Bedingung $X \neq \Lambda$ im Definiens verzichten und in II*d auf die Voraussetzung $X' \cap X'' \neq \Lambda$.

18 Wenn es keine Handlungsfreiheit gibt, gilt $P(s,i) = \{R_i\}$ für alle Personen s. Nur für die Natur können andere Mengen auftreten. Damit ist jedoch nicht gesagt, daß unser Ansatz nur dann sinnvoll ist, wenn es Handlungsfreiheit gibt. Man könnte auch eine Unterscheidung zwischen inneren (z. B. psychischen) und äußeren Determinanten des Verhaltens machen, und die Mengen P(s,i) für Personen s als Mengen der Alternativen bestimmen, über welche die Natur nur vermittels innerer Parameter entscheidet. Auf diese Deutung der P(s,i) wollen wir hier jedoch nicht näher eingehen, da wir, wie in anderem Zusammenhang begründet wird, der Auffassung sind, daß menschliches Verhalten nicht immer kausal determiniert ist.

19 Vgl. dazu die Definition D 18 c des Abschnitts 7.

20 In einer physikalischen Analogie wäre es ein *Zustand*, daß sich ein Massenpunkt m zur Zeit t am Ort p befindet; es wäre ein *Prozeß*, daß m in t eine gewisse Geschwindigkeit hat und eine bestimmte Beschleunigung erfährt; und es wäre ein *Vorgang*, daß m von t′ bis t″ eine Kreisbahn durchläuft.

21 Aus X folgt mit $U = \{w' : L(Y,w',t) \wedge w' \in W^{w(t)}\}$ umgekehrt auch $U \in P^{*o}(s,w(t))$ und $w \in U$.

22 Vgl. dazu die Definition D 18 c des Abschnitts 7.

23 Mit Blick auf den Fall abhängiger Handlungen ist zu betonen, daß man $\mathfrak{H}(Z,s,w,t)$ nicht lesen kann als „s hat es in w,t, unabhängig davon, was die anderen Spieler tun, in der Hand, ob Z realisiert wird oder nicht". Ich kann meinen Freund anrufen, wenn die Leitung in Ordnung und nicht

besetzt ist. Unter denselben Voraussetzungen kann auch mein Freund mich anrufen. Das gilt unbeschadet der Tatsache, daß eine Verbindung nicht zustande käme, wenn mein Freund im selben Moment wie ich zum Telefon greifen würde. Die Unabhängigkeit des Tun-Könnens wäre durch $\mathfrak{H}(Z,s,w,t) \wedge \neg\, Vs'Z'(\mathfrak{H}(Z',s,w,t) \wedge Z' \subset Z)$ wiederzugeben. Das zweite Glied folgt dabei aus dem ersten, wenn wir grundsätzlich von unabhängigen Handlungen ausgehen.

24 Es sei A[*] eine Folge von Grundzeichen von L und dem Symbol *. A[B] ist dann der Ausdruck, der aus A [*] durch Ersetzung des Symbols * durch den Ausdruck B entsteht.

25 Formal erscheint hier also der gesamte Objektbereich U als Menge der Spieler, die wir früher mit „S“ bezeichnet hatten. Als Spieler i. e. S. wird man jedoch nur solche „Objekte“ s aus U ansehen, für die es ein $i \in I$ gibt mit $P(s,i) \neq \{R_i\}$.

26 Wir deuten also alle GK als Standardnamen. Das vereinfacht unsere Formulierungen und ist im Hinblick auf den begrenzten Gebrauch, den wir von GK machen, unbedenklich. Vgl. dazu auch die Ausführungen in Kutschera (76), Kap. 2.

27 $\Phi' \underset{a}{=} \Phi$ besagt, daß Φ' eine Funktion ist, welche die Bedingung (a) bis (m) erfüllt und sich von Φ höchstens bzgl. des Wertes $\Phi'_{wt}(a)$ gegenüber $\Phi_{wt}(a)$ unterscheidet.

28 Da wir uns hier nicht speziell für Zeitlogik interessieren, begnügen wir uns mit wenigen Zeitoperatoren, die wir für die Formulierung einiger Gesetze benötigen. Sie bilden natürlich kein vollständiges System von Zeitoperatoren.

29 Die angegebenen Grundgesetze ergeben, wie kaum betont werden muß, keine vollständige Axiomatisierung der Handlungslogik, die im Rahmen prädikatenlogischer Sprachen überhaupt unmöglich ist.

30 Der Interpretationsbegriff ist dann so zu bestimmen, daß eine Interpretation ein Sextupel $\langle U,I,R,P,\Phi,f \rangle$ ist, für das neben den Bedingungen (1) bis (3) von D 19 und (n),(o) auch gilt

4) f ist eine Funktion, die für alle i und U die Bedingungen IV aus Abschnitt 4 erfüllt.

31 Vgl. dazu die Logik der Konditionalsätze in Kutschera (76), Kap. 3.

32 Ein schwächerer Ersatz für diese Forderung wäre das Prinzip $LA \supset MA$ („Was man unter allen Umständen glaubt, ist möglich“), das sich aus der Bedingung $G_{si} \cap W^i \neq \Lambda$ ergibt. — Die Bedingung Ie ergibt die Prinzipien $LA \supset LLA$ und $PA \supset LPA$, die in unserem Kontext ebenfalls entbehrlich wären.

33 Es genügt, P_{is} auf einem σ-Körper über W zu erklären, der mindestens alle Ereignisse enthält, die sich in der Sprache L ausdrücken lassen.

34 Auf die Bedingungen Id,e könnten wir hier auch verzichten. Sie besagen nur etwas über iterierte Anwendungen des Operators V.

35 Vgl. dazu auch die Ausführungen zum Glaubensbegriff in Kutschera (76),

S. 80 ff. — Für den unbedingten Begriff des Wollens $V(a,A)$ ergeben sich alle Prinzipien aus den Axiomen $A \supset B \vdash V(a,A) \supset V(a,B)$, $V(a,A) \supset \neg V(a, \neg A)$, $V(a,A) \wedge V(a,B) \supset V(a,A \wedge B)$, $\Lambda x V(a,A[x]) \supset V(a,\Lambda x A[x])$ und der Forderung, daß jede Tautologie gewollt wird (die im Zusammenhang mit $A \supset B \vdash V(a,A) \supset V(a,B)$ nur besagt, daß nicht gelten soll $\neg V(a,A)$ für alle Sätze A). Alle diese Axiome stellen aber intuitiv plausible Annahmen über den Begriff des Wollens dar.

Das Prinzip IV bewirkt auch, daß „wollen" mit „vorziehen" nur in sehr lockerer Weise zusammenhängt. Wenn s will, daß p, so folgt daraus nicht, daß s den Sachverhalt p dem Sachverhalt $\neg$ p vorzieht, noch gilt die Umkehrung. Es gilt nur, daß s will, daß p, falls p im Sinne der Präferenzen von s optimal ist, und daß s einen Sachverhalt p nur insofern will, als er Folge eines Sachverhalts p′ ist, der im Sinne der Präferenzen des s optimal ist.

36 Man könnte natürlich weitere Bedingungen über den Zusammenhang zwischen den v- und den g-Mengen fordern. Insbesondere liegt es nahe, die Gesetze $V(a,A,B) \supset G(a,V(a,A,B))$ und $\neg V(a,A,B) \supset G(a, \neg V(A,B))$ anzunehmen, nach denen wir uns über das, was wir wollen, nicht im unklaren sind. (Daß jemand nicht weiß, was er will, ist kein Indiz gegen diese Prinzipien, sondern besagt, daß der Betreffende noch unentschlossen ist, im oben charakterisierten Sinn also weder das eine noch das andere will.) Das ergibt das semantische Prinzip: $w \in g_s(i,W) \supset v_s(w(z(i)),U) = v_s(i,U)$. Wir wollen auf solche Fragen hier jedoch nicht näher eingehen.

37 Man beachte, daß das, was a glaubt und will, einen Zustand (von a) in t darstellt, daß sich die Handlung T(A,a) dagegen im Übergang von t zu t+1 vollzieht. Insofern geht der Zeitpunkt t der Überlegung und Entscheidung dem Handeln voraus. Es gilt also nicht G(a,A). Andernfalls würde wegen V gelten V(a,A), wegen $G(a,A \equiv B)$ also auch V(a,B). Diese Bedingung soll aber nicht eine triviale Konsequenz der Wahl von A sein, sondern umgekehrt die Wahl von A motivieren. Normalerweise gilt dagegen natürlich, daß die Person a nach ihrer Entscheidung, wenn sie die Handlung vollzieht, weiß, daß sie sie vollzieht. Daher bedeutet $\neg G(a,A)$ nicht, daß die Handlung T(A,a) unbewußt wäre.

Literatur

Åqvist, L. (74): A new approach to the logical theory of action and causality, in S. Stenlund (Hrsg.): Logical Theory and Semantic Analysis, Dordrecht 1974, S. 73-91.

Jeffrey, R. C. (65): The Logic of Decision, New York 1965.

Kutschera, F. v. (67): Elementare Logik, Wien 1967.

Kutschera, F. v. (76): Einführung in die intensionale Semantik, Berlin 1976.

Rescher, N. (68): Topics in Philosophical Logic, Dordrecht 1968.

Vendler, Z. (67): Linguistics in Philosophy, Ithaca/N. Y. 1967.