

Originäre Prozesslogik

Entwurf eines Formalismus für eine tatsächliche Prozesslogik

Abstract: Die hier beschriebene Originäre Prozesslogik (Abkürzung: OPL) stellt den objektgebundenen Prozess selbst ins Zentrum des Formalismus. Sie versteht sich als alltagstauglicher Gegenentwurf zu den klassischen Zustandslogiken, d.h. nicht primär zur Formalisierung von Rechnerprogrammen. Der neue und zentrale Operator der OPL ist ein Wirkoperator, der an die Stelle der klassischen Zustandszeichen, z.B. der Äquivalenz oder der Identität, tritt. Mit dem vollständigen Verzicht auf objektsprachliche Zustandsausdrücke ergibt sich ferner ein vollkommen neuer metasprachlicher Rahmen, sowohl im Hinblick auf die Axiome als auch auf die Ausdrucksmöglichkeiten dieses Systems. Eine Mischung mit zustandslogischen Termen ist ohne weiteres möglich.

Inhalt

1. Einleitung

- 1.1 Die Ausgangssituation
- 1.2 Die spezifische Anwendungsperspektive der OPL
- 1.3 Unterschiede der OPL zu den klassischen Zustandslogiken
- 1.4 Eine anthropologische Begründung des hier entwickelten Ansatzes

2. Die Notation des reinen Prozesses; der positive und der negative Wirkoperator

- 2.1 Das Aktionsobjekt: Latente Wirkungspotenz und aktuelle Wirkung
- 2.2 Das Wirkzeichen (Operator)

3. Zulässigkeit des klassischen \wedge - und \vee -Konnektive bzw. der klassischen Negation (\neg)

4. Der positive und negative Verfügbarkeitsoperator

5. Prozesslogische Wirkungsrelationen

6. Objektverschmelzung und -aufspaltung

- 6.1 Grundlagen
- 6.2 Σ -Objekte

7. Kontrollstrukturen

8. Verlaufsalternativen

9. Koppelung wirkungslogischer und zustandslogischer Ausdrücke

10. Funktionale Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit der OPL

- 10.1 Funktionale Vollständigkeit
- 10.2 Widerspruchsfreiheit

11. Ist die OPL überhaupt eine Logik?

Bibliographie

Anhang: Liste der in der OPL verwendeten Zeichen

* * *

1. Einleitung

1.1 Die Ausgangssituation

Unter den zahlreichen logischen Systemen, deren bekannteste jene der Aussagenlogik, der Syllogistik, der Prädikaten- bzw. Quantorenlogik und der Modallogik sind, finden sich auch einige wenige zur logischen Abbildung von Prozessfolgen.¹ Die auf diesem Gebiet entwickelten Ansätze heißen beispielsweise ‚Propositional Dynamic Logic‘ (PDL), ‚Second Order Process Logic‘ (SOAPL), ‚Algorithmic Logic‘ oder einfach ‚Process Logic‘. Darüber hinaus wurde etwas später auch eine formalisierte Prozesstheorie entwickelt², die sich allerdings nicht als im strengen Sinne logischer Formalismus versteht. Allen diesen Ansätzen ist gemein, dass sie auf dem grundlegenden Modell der klassischen Aussagenlogik oder sogar einer Form der Modallogik aufbauen und sich als deren Erweiterung verstehen.³ In diesem Sinne wurden solche Aussagensysteme als Folgen von Zustandstermen entworfen, die durch sog. ‚Pfade‘ verbunden sind, d.h. Konnektive⁴ zwischen den bezeichneten Zuständen. Auch die Prozesstheorie von Gerhard Wunsch baut auf diesem Schema auf, leitet sich aber eher vom Begriff des physikalischen Zustandsraums als von logischen Systemen ab. Ferner ist der Zweck aller dieser Theorien bzw. logischen Systeme ein im engen Sinne praktischer. Insbesondere in den besagten Prozesslogiken geht es um die Modellierung des Verhaltens von Computern, nicht um menschliches Alltagsdenken. Darin unterscheiden sich die bisher entwickelten Prozesslogiken signifikant nicht nur von der althergebrachten Syllogistik und den quasi-mathematischen Systemen der modernen Aussagen- und Prädikatenlogik, wie sie ursprünglich von Peano, Frege, Russell/Whitehead und einer Vielzahl späterer Autoren entwickelt wurden. Diese Begründer der modernen Logik wollten durch die Modellierung logischer Aussagen im Grunde aber noch die kognitive Orientierung des Menschen im Alltag aufklären helfen, insbesondere durch den Versuch der Beseitigung von Mehrdeutigkeiten der natürlichen Sprachen.

¹ Siehe zusammenfassend Harel et al. [1982] und Knijnenburg et al. [1991] mit zahlreichen weiteren Nachweisen, insbesondere auch zu den Vorgängern des dort entwickelten Theorieansatzes. Eine aktuelle Zusammenfassung des Theoriestandes bieten Troquard/Balbani [2015].

² Siehe z.B. Wunsch [2000] als Standardwerk auf diesem Gebiet.

³ So heißt es bei Knijnenburg ausdrücklich: „The meaning of the propositional connectives is exactly like in ordinary, classical propositional logic [...]“ (Knijnenburg et al. [1991], S. 183). Harel et al. wiederum verstehen ihren Ansatz als eine Erweiterung der klassischen Modallogik, siehe Harel et al. [1982], S. 144 (Abstract und Beginn des Aufsatzes).

⁴ Der Text folgt in der Benennung von Zeichenkategorien der üblichen Konvention, erweitert um die neu hier eingeführte Kategorie der Wirkoperatoren, Verfügbarkeits-, Verschmelzungs- und Aufspaltungszeichen (näheres dazu im nachfolgenden Text):

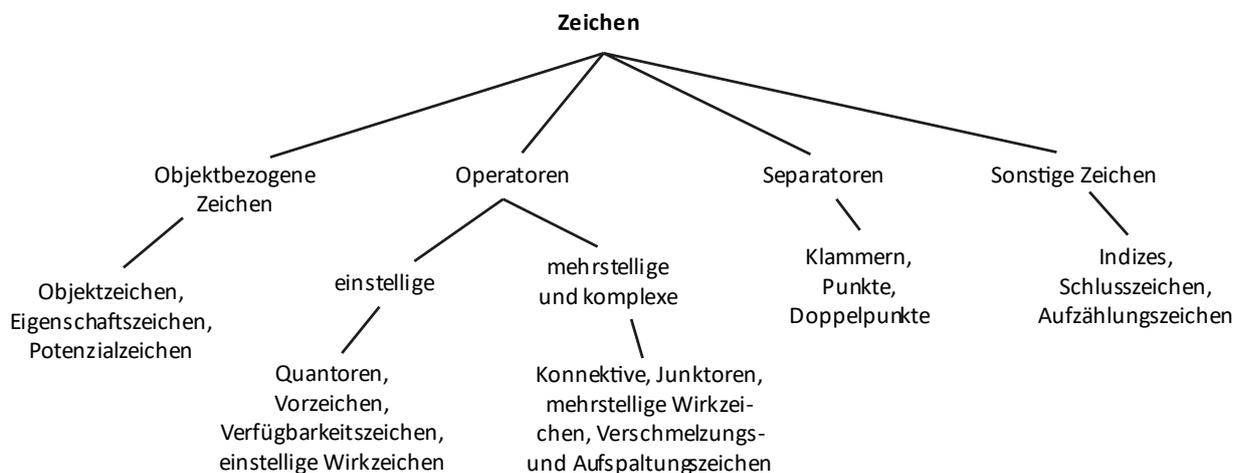


Abb. 1: Eine Taxonomie der logischen Zeichen

1.2 Die spezifische Anwendungsperspektive der Originären Prozesslogik (OPL)

Der im Folgenden beschriebene Ansatz mit der abgekürzten Bezeichnung ‚OPL‘ versucht, diesen Anschluss formaler Prozesslogik an das Denken von Menschen im Alltag wiederherzustellen, und zwar mittels expliziter Formalisierung der Prozeduralität selbst. Die gewählte Bezeichnung als ‚originäre Logik‘ dient lediglich zur Abgrenzung der eingangs erwähnten, eher technisch orientierten Prozesslogiken der 1980er Jahre.⁵ Die OPL will damit zurückzugewinnen, was in deren praktisch ausschließlich technischer Ausrichtung, d.h. ihrer Bemühung um Optimierung von Computerprogrammen, verlorenging.⁶ Die Motivation zu einem solchen Vorhaben resultiert aus der Überzeugung, dass der einzelne Mensch im Alltag vor allem prozedural denkt und handelt⁷ und dies auch muss, um mit seiner häufig hochdynamischen Lebenswirklichkeit zurechtzukommen. Dies dürfte kulturinvariant gelten. Selbst Tiere, die sich mindestens größtenteils, wenn nicht generell keine Begriffe ihrer Wirklichkeit bilden können, orientieren sich offenkundig mit erstaunlicher Präzision und Erfolgswahrscheinlichkeit in ihren Lebensräumen. Sie und auch die Menschen denken im Fluss des alltäglichen Lebens nur sekundär in Zuständen, primär in Prozessen.⁸ Dabei reflektieren wir von den aktuellen, gerade geschehenden Ereignissen zunächst analytisch auf deren Zusammensetzung aus elementareren Prozesseinheiten und schließen von der Aktualität der Elementarprozesse, aber auch des Gesamtereignisses, auf Folgeprozesse und -ereignisse.

Zustände spielen in unserer Kognition natürlich ebenfalls eine wichtige, aber eben nur sekundäre, überwiegend kulturell vermittelte Rolle. Sie werden sozial insbesondere in der normativen Sphäre und Kommunikation der Versprechen, Verpflichtungen, Verträge, Gesetze etc. wichtig. Zustandsfeststellungen dienen im Zusammenhang sozialer Ordnung vor allem der Erfüllung und Kontrolle von Verhaltenserwartungen.⁹ Das einzelne Lebewesen, so auch der Mensch, braucht für sich selbst in der Regel zwar auch explizite Zustandsfeststellungen. Sie dienen ihm als Anhaltspunkte der Orientierung, beispielsweise wenn man sich merkt, wo man einen Gegenstand hinlegt, um ihn später wiederzufinden. Der fließende Alltag läuft vor und mit uns aber primär prozedural ab. Die Frage ist folglich, wie sich ein solcher Umgang mit dem Wirklichen formal modellieren lässt.

⁵ Die zuvor genannten Prozesslogiken der 1980er-Jahre beschreiben Prozesse nicht an sich selbst als Veränderungen, sondern als Folgen von Maschinenzuständen. In deren Darstellung ‚ruckt‘ der Computer gemäß seinem Programm von Zustand zu Zustand, bis ein Ziel erreicht ist. Es dürfte in diesem Zusammenhang kein Zufall sein, dass der Höhepunkt des Interesses an algorithmischer Prozesslogik ungefähr zwischen 1975 und 1990 erreicht war. In diesem Zeitraum fand die Grundlegung der heute sog. ‚digitalen Revolution‘ statt, d.h. die technische und damit notwendig einhergehende formale Erschließung streng zustandslogisch operierender Computerprogramme.

⁶ Auch sämtliche der heute verwendeten Programmiersprachen beruhen, was ihre logischen Grundlagen betrifft, ausschließlich auf zustandslogischen Funktionen und Strukturen. Dies zeigt insbesondere bei den in Abschnitt 7 besprochenen Kontrollstrukturen der OPL im Vergleich zu jenen der üblichen Programmiersprachen.

⁷ Vgl. Cauley [1986] und Stadler [1989]. Kathleen Cauley vertritt zwar, vom damaligen Wissensstand aus gesehen, den Standpunkt, dass sich logisches Wissen gerade vom prozeduralen und begrifflichen Wissen unterscheidet. So heißt es bei ihr: „Procedural knowledge refers to the task specific rules, skills, actions and sequences of action employed to reach goals. It shares no features with logical knowledge except occasional qualitative change.“ (ebd., S. 4). Dieser Unterschied soll aber gerade durch den vorliegenden Entwurf aufgehoben werden, indem auch rein prozedurales Wissen in eine formallogische Form gebracht wird.

⁸ Das behaupte ich, leider ohne auf eine Studie verweisen zu können, die dies betätigt. Ich konnte nichts Entsprechendes finden. Erstaunlicherweise scheint eine solche Fragestellung bisher kein Forschungsgegenstand gewesen zu sein.

⁹ Der Mensch ist das einzige Lebewesen, das mittels symbolischer Repräsentation zwischen Soll und Ist unterscheiden kann. Dazu braucht er allerdings Zustandsfeststellungen, um solche Momentaufnahmen der Wirklichkeit mit seinen Sollvorstellungen abgleichen zu können. Tiere leisten dies, sofern überhaupt, nicht auf der Grundlage konkreter Vorstellungsbilder, mit denen sie die Wirklichkeit vergleichen, sondern nur aufgrund vorbewusster und somit von ihnen selbst unkontrollierbarer kognitiver Funktionen. – In der Rechtssphäre zeigt sich die Fokussierung auf Zustände vor allem in der Subsumtionstechnik, die jeder Student des kontinentaleuropäischen Rechts grundlichst erlernt.

Die OPL unterscheidet sich also insofern deutlich sowohl von den eingangs benannten Prozesslogiken als Grundlage von Computer-Algorithmen (im Folgenden: Programmlogiken) als auch von den bekannten klassischen Zustandslogiken, als sie die Wirklichkeit unmittelbar als eine Kette Ereignissen oder Prozessen abbilden soll, die gleichwohl sekundär durch Objektzustände miteinander verbunden sind. Zur Unterscheidung von den klassischen Zustandslogiken und den ebenfalls letztlich zustandslogischen Prozesslogiken ist sie typologisch eine reine *Wirkungslogik*.

Gleichwohl ist die OPL an jedem Punkt einer mit ihr gebildeten Ausdrucksfolge zustandslogisch anschlussfähig: Ein Ergebnisausdruck der OPL kann ohne Weiteres als Ausgangspunkt weiterer zustandslogischer Umformungen dienen, und umgekehrt kann jedes zustandslogische Ergebnis ohne Weiteres als Ausgangspunkt weiterer Entwicklungen in der OPL verwendet werden (siehe hierzu unten Abschnitt 8). Dies heißt aber nicht, dass die OPL im Grunde nur eine Erweiterung der bekannten Zustandslogiken um weitere Operatoren ist. Wie im Folgenden gezeigt wird, handelt die OPL grundsätzlich weder von situativen Zuständen, noch im Detail von Objekteigenschaften. Sie handelt ausschließlich von Wirkungen. Folglich verlangt ein Anschluss von der OPL in eine beliebige Zustandslogik und umgekehrt immer eine ‚Übersetzung‘ von Zuständen bzw. Objekteigenschaften in Wirkungsparameter. Beispiele hierfür werden unten in Abschnitt 8: *Koppelung wirkungslogischer und zustandslogischer Ausdrücke*.

Damit soll die kognitive und folglich auch formal große Bedeutung zustandslogischer Systeme keineswegs herabgesetzt werden. Der hier entwickelte prozesslogische Formalismus versteht sich nicht als Konkurrent, sondern als Ergänzung zu den bekannten zustandslogischen Systemen.¹⁰ Beide sind Abstraktionen der Wirklichkeit mit je eigener Art des Geltungsanspruchs. So können Ergebnisse zustandslogischer Umformungen und Schlüsse als Ausgangspunkt prozesslogischer Fortsetzungen der Modellierung von Wirklichkeit dienen und umgekehrt.

1.3 Unterschiede der OPL zu den klassischen Zustandslogiken

Der augenfälligste Unterschied zwischen der OPL und allen anderen sog. Zustandslogiken ist, abgesehen vom unterschiedlichen Zeichenvorrat, dass die OPL nicht mit Wahrheitswerten operiert, d.h. weder mit zwei- noch mit mehrwertigen. Wahrheitswerte und Zustandsaussagen sind untrennbar miteinander verknüpft. Wahrheitswerten entfalten ihre Wirkung in einem logischen Formalismus nur im Kontext von Zustandsfeststellungen. Dies gilt nicht für Prozessaussagen. Zwar könnte man auch Prozessaussagen diesbezüglich qualifizieren. Dies ginge jedoch am Wesen prozesslogischer Strukturen vorbei. Der logische Gehalt prozeduraler Aussagen liegt nicht in ihrer Bewertung z.B. als wahr oder falsch, sondern im spezifisch *prozedural* widerspruchsfreien Verhältnis dieser Aussagen zueinander. Wir haben es hier also mit einer etwas anderen Bedeutung des Begriffs der logischen Konsistenz zu tun.¹¹

Der entsprechende Vorbehalt gilt auch gegenüber den bekannten Modal- und Temporallogiken.¹² Sicherlich lassen sich Ereignisausdrücke nur als etwas verstehen, was in der Zeit stattfindet. Das heißt

¹⁰ Diese umfassen sowohl die klassische Aussagen-, Prädikaten-, Quantoren- und Modallogiken, als auch die Prozesslogiken wie z.B. die PDL, die zur besseren Steuerung von Computern entwickelt wurden. Die sog. Prädikatenlogik hat ihren Namen eigentlich nicht verdient, denn grammatisch ist das Prädikat in allen großen Sprachen dieser Welt ein Tätigkeitswort. In den traditionellen Logiken dagegen tritt das (logische) Prädikat immer nur als Objekteigenschaft auf, an dieses durch die grammatische Kopula gebunden. Die klassische Prädikatenlogik müsste also besser ‚Statuslogik‘, ‚Akzidenzlogik‘ oder ähnlich heißen, während die Bezeichnung ‚Prädikatenlogik‘ im eigentlichen Sinne des Wortes der OPL gebührte.

¹¹ Es ist gleichwohl plausibel, auch diese Form von Widerspruchsfreiheit als eine Form von Konsistenz zu bezeichnen. Logische Konsistenz besagt nicht mehr als die formale Verträglichkeit mehrerer Aussagen miteinander. Dies bezieht sich aber nur auf die objektsprachliche Ebene. Auf der metasprachlichen Ebene hingegen wären also auch prozesslogische Aussagen hinsichtlich ihrer Konsistenz ausschließlich zweiwertig, d.h. entweder als konsistent oder eben nicht, zu qualifizieren. *Tertium non datur*.

¹² Temporallogiken gehören bekanntlich in die Gruppe der Modallogiken. Zwar ist es in den Temporallogiken durch Einführung modaler Operatoren möglich, den Wahrheitswert einer Aussage über verschiedene Zeitpunkte hinweg

aber noch lange nicht, dass zeitliche indizierte Aussagen bereits Ereignisaussagen sind, noch dass eine strikte Prozesslogik im Sinne der OPL ihre Aussagen über Zeitangaben mit Wahrheitswerten versehen muss.

Ferner steuern die elementaren, klassischen Zustandslogiken im Anschluss an ihre Prämissen regulär auf eine ebenfalls zuständige Schlussfolgerung zu. Zustandslogische Ausdrucksfolgen bestehen folglich – nach der initialen Statuierung der zuständigen Prämissen – aus deren Kombination und Umformung zur Begründung eines logischen Endzustandes. In der OPL sieht dies ganz anders aus, in dieser Hinsicht ähnlich den eingangs erwähnten Programmlogiken. Prozesslogiken im Allgemeinen, also auch die hier vorgestellte OPL, steuern auf keine statische Schlussfolgerung zu, sondern nutzen ihre sprachlichen Mittel zur allgemeinen und rein formalen Modellierung dynamischer Strukturen. Infolgedessen ist bei ihnen jeder gültige Ausdruck als Folge eines vorangehenden Ausdrucks theoretisch auch als Schlussfolgerung zu betrachten. Ein prozesslogischer Schluss im stärkeren Sinne wäre lediglich einer, der von vornherein als Ziel einer Prozesskette ins Auge gefasst wird und durch eine entsprechend gültige Ausdrucksfolge als gültig bewiesen wird.

Betreffend die quantorenlogischen Erweiterungen der Prädikatenlogik gilt für die OPL Ähnliches wie oben bereits zu den Wahrheitswerten gesagt: Eine Quantifizierung prozesslogischer Aussagen ist nicht sinnvoll. Wo dies benötigt wird, stellt der nachstehende Formalismus allerdings eine Schnittstelle zu allen bekannten Zustandslogiken bereit (s. unten Abschnitt 8), so dass bei Bedarf auch mit diesen Mitteln an einer Aussagenfolge weitergearbeitet werden kann.

Weitere Neuerungen der OPL gegenüber den bezeichneten zustandslogischen Systemen (einschließlich der sog. Programmlogiken) betreffen die Notwendigkeit, Objekte formal entstehen und vergehen lassen zu können sowie bestehende Objekte zu verschmelzen oder aufzuspalten. Zustandslogisches Denken ist ausschließlich kombinatorisches Denken von in der Regel bereits zu Anfang einer Ausdrucksfolge gegebenen Objekten. Zwar lässt sich aus dem einmal in seinen Ausdrucksfolgen gegebenen Elementarobjekten auf neue Elementarobjekte schließen. So ermöglicht die aussagenlogische Implikation den logisch gültigen Schluss von p auf $p \rightarrow p \vee q$. Das neue Objekt q taucht hier aber wie aus dem Nichts auf; es wird nicht durch eines der bereits zuvor verfügbaren Objekte erzeugt. Und es gibt definitiv keinen zustandslogischen Ausdruck und insbesondere keine Schlussform, die zur Verschmelzung zweier zuvor getrennter Objekte in einem einzigen Ergebnisobjekt führt. Der Ausdruck $p \wedge q = r$ ist aussagenlogisch im Ergebnis nicht vorgesehen und somit ungültig. Prädikatenlogisch lässt sich zwar eine Identitätsbeziehung einführen¹³, sie hat aber keine synthetisierende Wirkung, sondern stellt lediglich eine Art Zustandssymmetrie zwischen zwei Objekten oder Objektgruppen her. Gleiches gilt umgekehrt für die Aufspaltung.

Die Verschmelzung mehrerer formaler Objekte zu neuen Objekten bzw. umgekehrt die Aufspaltung symbolischer Einheiten in eine Mehrzahl untergeordneter (einzelner) Einheiten ist eine kognitive Grundfunktion des menschlichen Denkens und sollte in einem dynamischen logischen Formalismus deshalb unbedingt abbildbar sein.¹⁴ In der Mengenlehre ist dies möglich, nicht jedoch in den zustandslogischen Aussagesystemen. Auch die Mengenlehre ist insgesamt aber ein zustandslogischer Formalismus. Die OPL ermöglicht auch die logische Formalisierung verschmelzender bzw. aufspaltender Ausdrücke.¹⁵

1.4 Eine anthropologische Begründung des hier entwickelten Ansatzes

zu ändern und somit z.B. die starre Aussage „Es regnet“ auch zu modifizieren zu „Es hat geregnet“ und „Es wird regnen“ etc. Das ändert jedoch nichts daran, dass solche umgangssprachlichen Verbalphrasen logisch auch hier nur als Zustände behandelt werden („Es ist der Fall, dass <Zustandsaussage>“).

¹³ Siehe hierzu beispielsweise Kutschera/Breitkopf [1971], S. 129.

¹⁴ Siehe hierzu den jüngsten Beitrag von Robert C. Berwick und Noam Chomsky in Berwick/Chomsky [2016]. Sie bezeichnen diese zentrale Fähigkeit menschlicher Kognition als die MERGE-Funktion.

¹⁵ Siehe unten den Abschnitt 6. *Objektverschmelzung und -aufspaltung*.

Wenn die vorstehende Behauptung richtig ist, dass die Kognition von Lebewesen primär prozesslogisch und erst sekundär zustandslogisch organisiert ist, so lässt sie sich hinsichtlich des Menschen noch dahingehend steigern, dass der Mensch im Zuge seines individuellen Aufwachsens durch sprachlich vermittelte Normen in besonderem Maße zustandslogisch trainiert wird. Seine diesbezüglichen Fähigkeiten ermöglichen überhaupt erst normativ codierte Sozialordnungen. Insbesondere Rechtsnormen bauen auf der Möglichkeit der objektiven Feststellung sozialer Zustände auf, denn anders ließen sich weder Steuern der Höhe nach ermitteln noch feststellen, ob ein bestimmtes Verhalten unter eine Strafvorschrift fällt oder nicht. Dies dürfte eine nicht ganz unplausible Erklärungshypothese dafür sein, dass sich in der Logik bisher ausschließlich Formalismen entwickelt haben, die zustandslogisch organisiert sind.

Soziale Ordnung und Logik hängen eng zusammen, vor allem über die jeweilige Rechts- und Wirtschaftsordnung einer Gesellschaft. Soziale Ordnung baut auf objektiven, d.h. allgemein geltenden Regeln zum Umgang miteinander auf. Solche Regeln des sozialen Umgangs lassen sich aber nur auf hypothetisch oder tatsächlich festgestellte Sachverhalte anwenden. Dafür fand Aristoteles bereits in der griechischen Antike eine erste Formalisierung.¹⁶ Dass seine logischen Überlegungen von Anfang eine zustandslogische Form favorisierten, mag mit seinem Verhältnis zu der älteren griechischen Naturphilosophie, insbesondere zu der Heraklit'schen Intuition einer Welt des reinen Prozesses und der ständigen Veränderung zu tun haben. Diese war ihm verdächtig. Sowohl im 4. Buch seiner *Physik* als auch im 4. Buch seiner *Metaphysik*¹⁷ geht er zwar auf die Veränderungsbewegung ein. Schließlich aber heißt es über die Natur, dass sie das *Prinzip* der Bewegung sei und folglich nicht die Bewegung selbst. Das heißt: Der Grundzustand der Welt ist das Reich der Regeln; er geht jeder Veränderungsbewegung voraus.¹⁸ Damit stellte Aristoteles nicht zuletzt auch die Weichen der Logik bis heute. Erst die Moderne erkennt aber, dass ein Denken in Zustandsfolgen ein ausgeprägtes und notwendiges Merkmal unserer *normativen* Orientierung in sozialen Beziehungen ist. In der Sprache von Michel Foucault sind alle Formen von Zustandslogik „Dispositive der Macht“¹⁹, oder weniger polemisch gesagt: Institutionen zur Stabilisierung sozialer Ordnung.

Dies zeigt sich besonders deutlich an der intimen Verbindung aller sozialen Ordnung mit einem ganz bestimmten Wahrheitsbegriff. Im Rahmen moderner sozialer Ordnung kann eine Aussage nur im Wege ihrer Überprüfung durch mindestens eine weitere, hierzu autorisierte Person als wahr oder falsch qualifiziert werden. Ein intuitiver Wahrheitsbegriff im Sinne unbezweifelbarer Gegebenheit nur für ein und dieselbe Person ist hierfür nicht zu gebrauchen. Eine solche intersubjektive Überprüfung ist aber ohne Bezug auf einen ‚Schnappschuss‘ der jeweils fließenden Situation nicht möglich: Der Fluss der Ereignisse muss hierzu in seinen entscheidenden Aspekten zuständlich eingefroren werden, um ihn sozial bewerten zu können. Und weil diese Bewertung vor allem sprachlich vollzogen wird, ist es die erste Aufgabe der an solchen Verfahren Beteiligten, die Wahrheit der fraglichen Aussagesätze festzustellen. Denn unwahre Behauptungen sind inhaltlich von vornherein diskursiv disqualifiziert. Daher unsere nicht nur logische Obsession mit der Wahrheit.

Prozesslogisches Denken im hier verfolgten Sinne ist dagegen näher an der individuellen, primären Weltwahrnehmung. Sie ist weniger apodiktisch im Geltungsanspruch und deshalb vermutlich auch

¹⁶ Siehe das aristotelische *Organon* (Aristoteles [1995], Bd. 1), dort die 1. Analytik (Lehre vom Schluss) und 2. Analytik (Lehre vom Beweis).

¹⁷ Ebd., 1005b ff. Im dortigen Abschnitt 4: *Probleme um das Gesetz des Widerspruchs* zeigt sich bereits in aller Deutlichkeit, wie sich Wahrheitswerte von Aussagen notwendig mit einem zustandslogischen Denken verbinden.

¹⁸ Aristoteles [1991], Bd. 1, 1015a12.

¹⁹ Foucault hat meines Wissens zwar keinen Beitrag zur formalen Logik geleistet. Er hat sich aber gelegentlich durchaus zur Rolle der Logik in der Gesellschaft geäußert; siehe hierzu Schneider [2001], S. 299ff., im Internet verfügbar unter <http://ul.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/15195/A45-Foucault-Wahrheitsproduktion.OCR.pdf>.

weniger als ‚Dispositiv der Macht‘ zu gebrauchen. Wenn es dafür mehr dem Verständnis der primären Orientierungsfunktionen des denkenden Menschen dient, umso besser.

Wir kommen damit zum formalen Teil der OPL.

2. Die Notation des reinen Prozesses; der Wirkoperator

Die OPL bedient sich trotz aller genannten Unterschiede zu anderen, hier als zustandslogisch bezeichneten Systemen gewisser Konventionen bei der Notation ihrer Terme, die äußerlich denjenigen der klassischen Prädikatenlogik ähneln. Sie bedeuten hier freilich etwas grundsätzlich anderes. So drückt ‚ $A(p)$ ‘ in der klassischen Prädikatenlogik einen Zustand aus, nämlich dass das Objekt p die Eigenschaft A hat. Hier soll der Ausdruck dagegen bedeuten, dass p in der Lage ist, das Ereignis A auszulösen oder zu bewirken. A hat in der Objektsprache der OPL also überhaupt keine definierte Eigenschaft, sondern kann ausschließlich der Auslöser eines Elementarprozesses sein.²⁰ Das mag zunächst harmlos klingen, zumal man in der klassischen Aussagenlogik ebenfalls Prozesse abbilden kann – aber eben nur als Gesamtaussage, z.B. in der Aussage „Es regnet“. Die Prädikatenlogik erlaubt dies bereits nicht mehr, weil sie sich, ihren Erfindern folgend, als satzanalytisches Konstrukt versteht. Die klassische Prädikatenlogik kennt nur zustandsbeschreibende Sätze, z.B.: ‚Für das Objekt a gilt: Wenn a ein Objekt des Typs x ist und alle x die Eigenschaft F haben, dann hat auch a diese Eigenschaft, kurz: $((x \in X) \wedge \forall x : F(x) \wedge (a \in X)) \rightarrow \forall a : F(a)$. Die klassischen logischen Systeme können nun Aussagen wie „Robert zieht seine Jacke an“, „Die Fans stürmen die Bühne“ oder das berühmte „Romeo liebt Julia“ bestenfalls als Relation, im Regelfall aber als (Gesamt-)Zustand in der grammatischen Gestalt ‚ x ist y ‘ darstellen, wobei das eigentliche Geschehen durch ein Hilfsverb des Seins oder Habens als Kopula auf einen Zustand reduziert wird. Das geht allerdings an der eigentlichen Aussage vorbei. Die sagt nämlich etwas über das jeweilige Geschehen selbst aus. Um über diese Beschränkung hinauszugelangen, brauchen wir folglich eine andere Form der Prädikation und andere Operatoren.

2.1 Das Aktionsobjekt: Latente Wirkungspotenz und aktuelle Wirkung

Es geht darum, ganz allgemein und elementar ein mögliches oder wirkliches Geschehen abzubilden und beide formal voneinander zu unterscheiden. Prozesse spielen sich, sobald sie eintreten, d.h. aktuell werden, immer innerhalb eines und desselben oder zwischen mehreren Gegenständen (synonym: Objekten) ab und stellen sich somit (und nur dadurch!) als jeweils einzelner Prozess zwischen einzelnen Gegenständen²¹ oder in sich selbst dar. Dazu müssen wir zunächst eine formale Vorkehrung treffen, um zwischen dem jeweils betroffenen Objekt, das wirkt, und seiner Wirkungsmöglichkeit unterscheiden zu können. Man beachte: Es geht hier um eine Unterscheidung zwischen der *Wirkungsmöglichkeit* und den Objekten, von denen sie ausgehen oder die ihr Ziel sind. Warum der Wirkungsmöglichkeit? Nun, Objekte (im weitesten Sinne des Wortes, einschließlich der Lebewesen und insbesondere der Menschen) wirken nicht nur aktuell, sondern befinden sich stets auch in einem Möglichkeitshorizont, der von dem Wechselspiel ihrer Situation in ihrer jeweiligen Umgebung abhängt. Eine Flasche, die auf einem Tisch steht, kann zerbrechen, wenn jemand sie hinabstößt, aber sie tut dies nicht, solange die realen Bedingungen hierfür nicht erfüllt sind. Besonders im Umgang von Menschen miteinander ist dies relevant. Menschen

²⁰ Die Ausdrucksweise ‚ p kann Auslöser von A sein‘ deutet auf eine modale Wurzel der OPL hin. Dies heißt aber nicht, dass sie bei modallogischen Formalismen Anleihen macht. Vielmehr ist der modale Aspekt der OPL ein unmittelbar metaphysischer, d.h. hier äußert sich ein formaler Reflex auf ein entsprechendes Modell der Welt als einer Gesamtheit des Gegebenen aus Wirklichkeit und Möglichkeit, also explizit gegen den frühen Wittgenstein, dessen Satz 1 seines *Tractatus logico-philosophicus* lautet: „Die Welt ist alles, was der Fall ist.“ (Wittgenstein [1993], Bd. 1, S. 11). Die Welt ist mehr, nämlich offenbar auch all jenes, was möglicherweise der Fall ist. Dem folgt die formale Anlage der OPL.

²¹ Es ist dies das einzige außerlogische, d.h. metaphysische Axiom, dass von der OPL in Anspruch genommen wird. Zur Begründung siehe Sohst [2016], S. 123ff.

behaupten meist zu Recht, sie könnten dies oder jenes, sofern die entsprechenden Umstände gegeben sind, bzw. wir unterstellen ihnen diese Möglichkeit, z.B. um rechtliche Verantwortung begründen zu können. Ein prozesslogischer Formalismus muss folglich den wichtigen Umstand in Rechnung stellen, dass Objekten ganz allgemein *Wirkungspotenziale* zugeschrieben werden können, ohne dass diese Wirkung auch gleich und unmittelbar eintreten muss. Diese potenzielle Form der Wirkung bezeichnen wir als *latent*, die tatsächlich eintretende Wirkung dagegen als *aktual*.²²

Um diesem Erfordernis formal gerecht zu werden, brauchen wir statt des traditionellen Zustandsbezeichners (das zustandslogische Prädikat) also drei voneinander zu unterscheidende Zeichen:

1. Objektzeichen
2. Latenzzeichen (für die potenzielle Wirkung eines Objekts)
3. Wirkzeichen (für die tatsächlich eintretende, d.h. aktuelle Wirkung)

Ein vollständiger Aktionsausdruck muss folglich immer aus Zeichen dieser drei Grundtypen zusammengesetzt sein. In Anlehnung an die zustandslogische Notation verwenden wir zunächst zur Zuschreibung einer Wirkungspotenz zu einem Objekt die eckige Klammer statt der runden. Denn der Ausdruck für einen Zustand und eine Wirkungspotenz haben immerhin gemeinsam, dass sie zwingend dem Kern eines Objekts, dessen Prädikat sie sind, zugeordnet werden. Der Unterschied in der Klammerung erlaubt aber die spätere Mischung beider Aussagensysteme ohne das Risiko der Verwechslung, welcher Ausdruck zu welchem System gehört. Die strukturelle Ähnlichkeit der Schreibweise erleichtert also eine Mischung beider Systeme. Wir schreiben für die Zuordnung einer Wirkungsmöglichkeit zu einem Objekt, also zur Formalisierung reiner Latenz, zunächst lediglich

$$F[a].$$

Der lateinische Großbuchstabe vor der Klammer steht für die latente Wirkung, der kursivierte Kleinbuchstabe in der Klammer für das betroffene Objekt. Wir nennen einen solchen Ausdruck ein *Aktionsobjekt*. Der Objektausdruck in der Klammer kann auch mehrstellig sein:

$$F[a, b, c].$$

Dies bedeutet, dass eine einzige Wirkungspotenz einer ganzen Gruppe von Objekten zukommt. Wir bezeichnen diese als *Aktionsobjektgruppe*. Diese naheliegende Möglichkeit wurde in der klassischen Prädikatenlogik offenbar einfach übersehen, jedenfalls ist sie dort formal nirgends vorgesehen, obwohl sie auch für zustandslogische Systeme anwendbar ist.

Ausdrücke für Aktionsobjekte oder Aktionsobjektgruppen beschreiben für sich aber noch keinen aktuellen Prozess. Sie ordnen einem Objekt lediglich eine latente Wirkungsmöglichkeit zu. Ein vollständiger Aktionsausdruck kommt erst zustande, wenn sie durch den nachstehend unter 2.2 beschriebene Wirkoperator erweitert werden. Dort wird auch die Frage beantwortet, wie wir elementare Prozesse, z.B.

²² Auch die OPL notiert Prozessverläufe selbstverständlich zeilenweise mittels diskreter Ausdrücke. Ein Aktionsausdruck steht jedoch nicht für einen fixierten Zustand, sondern für einen spezifischen, sich mit jedem weiteren Ausdruck ändernden, ganzheitlichen *Möglichkeitsraum*. Dieser jeweils durch einen Aktionsausdruck veränderte Möglichkeitsraum ist definiert durch die an der jeweiligen Stelle des Gesamtprozesses gegebenen Objekte mit ihren möglichen Anschlussaktionen. Es verhält sich hier wie in unser aller Alltag: Wenn wir ein bestimmtes Ziel verfolgen, so stoßen wir häufig auf Alternativen der Zielerreichung und müssen uns folglich entscheiden, wie wir uns weiter verhalten. Solche Verzweigungspunkte können wir als Prozessknoten betrachten. Einem jeden solcher Prozessknoten entspreche, sofern man einen solchen Prozess mit allen seinen Ablaufmöglichkeiten in der OPL nachzeichnet, eine einzelne Ausdruckszeile mit bestimmten Aktionsobjekten. An jeder Stelle, die eine Entscheidung von uns verlangt, denken wir neu über die Möglichkeiten nach, die sich aus den verschiedenen Wegalternativen ergeben, nicht dagegen über den aktuellen Zustand der uns umgebenden Objekte. Jeder Prozessknoten konfrontiert uns folglich mit einem veränderten Möglichkeitsraum infolge der bereits realisierten Aktionen. Die OPL ist ein Formalismus zur Beschreibung der dynamischen Entwicklung von Möglichkeitsräumen.

‚Peter sucht‘, ‚Die Katze läuft‘, ‚Es regnet‘ etc. beschreiben können, die einstellig sind, während viele weitere Prozesse zwei- oder sogar vielstellig sind.

Die Negation einer solchen latenten Potenz drücken wir durch das übliche Negationszeichen ‚ \neg ‘ aus und bezeichnen sie als Potenzialnegation. Es negiert vom Ort seines Auftauchens an in einer Folge von Ausdrücken die weitere Möglichkeit der besagten Wirkung bzw. besagt deren Unmöglichkeit. Die formale Bedeutung einer solchen Negation ist, dass das entsprechend ausgezeichnete Objekt in keiner aktuellen Wirkungsrelation mit der zuvor negierten Potenz als Quellobjekt stehen kann. Wohl aber kann diese Negation durch einen weiteren Ausdruck wieder aufgehoben werden. Dies ist auch implizit möglich, indem das betreffende Objekt auf der rechten Seite eines Wirkoperators mit der entsprechenden Potenz, nunmehr positiv, erscheint. Man beachte: Die auf diese Weise angezeigte Negation der Möglichkeit bedient sich eines anderen Begriffs der Modalität, als er in der Modallogik verwendet wird. Der Begriff ‚Möglichkeit‘ steht in der Modallogik auf einer Skala zwischen den Extremen der Unmöglichkeit und der Notwendigkeit. Hier dagegen nimmt die Unmöglichkeit einer Wirkung dem betreffenden Objekt die bezeichnete latente Wirkungspotenz. Diese Form der Negation bezieht sich also auf das Verhältnis von Möglichkeit und Wirklichkeit, womit die Modallogik explizit nichts zu tun hat.

Aktionsobjektgruppen müssen ein funktional klares Verhältnis zu einfachen Aktionsobjekten haben, um Verwirrung zu vermeiden. Wir definieren deshalb ihr Verhältnis zueinander und ihre Binnenstruktur wie folgt:

DEF 1: *Aktionsobjekt und Aktionsobjektgruppe*

1. Das Aktionsobjekt wird dargestellt durch Ausdrücke der Form $F[a]$, wobei ‚ F ‘ für eine beliebige objektspezifische Wirkungspotenz und ‚ $[a]$ ‘ für ein beliebiges Objekt steht. Durch die Voranstellung der Wirkungspotenz wird die Zuordnung dieser Potenz zu dem Inhalt der nachfolgenden Klammern angezeigt.
2. F (das Zeichen der Wirkungspotenz) und a (das Objektzeichen) sind Objekt- bzw. Wirkungskonstanten. Eine mengentheoretische Verallgemeinerung in dem Sinne, dass sie Elemente bestimmter Wirkungs- bzw. Objektmengen sind, also eine Wirkungs- und Objektbezeichnung zweiter Ordnung, ist nicht Bestandteil der in dieser Hinsicht elementaren OPL.
3. Die eckigen Klammern um einen Objektbezeichner drücken den Geltungshorizont der einem oder mehreren Objekten zugeordneten Wirkung aus. Folglich kann ein Paar eckiger Klammern beliebig viele Objektkonstanten, durch Kommata getrennt, enthalten: $F[a, b, c, \dots n]$. Ein solches Konstrukt heißt *Aktionsobjektgruppe*.
4. Wirkungskonstanten werden innerhalb einer Ausdrucksfolge für einen spezifischen Geltungshorizont definiert. Jeder von dieser Definition innerhalb einer Ausdrucksfolge abweichende Gebrauch ist ungültig.
5. Abweichend von vorstehender Nr. 4 ändert sich der Geltungshorizont einer Aktionsobjektgruppe nur in den Fällen, dass a) ein Objekt der Aktionsobjektgruppe im weiteren Verlauf einer Ausdrucksfolge untergeht oder ein weiteres Objekt explizit aufgenommen wird. Im Falle des Untergangs eines Objekts, das bis dahin zu einer Aktionsobjektgruppe gehört, gilt die Aktionsobjektgruppe implizit um dieses Objekt verringert. Im Falle einer Neuaufnahme eines Objekts in eine Aktionsobjektgruppe ist dies formal explizit anzuzeigen. Die formale Schreibweise hierfür ist $\langle \text{Alte Aktionsobjektgruppe} \rangle \langle \text{Wirkoperator}^{23} \rangle \langle \text{Neue Aktionsobjektgruppe} \rangle$.

In jedem Falle bezeichnet jeder Ausdruck der OPL, der für ein(e) Aktionsobjekt(gruppe) steht, aus umgangssprachlich-grammatischer Perspektive ein Subjekt und sein Prädikat, wobei hier das Prädikat tatsächlich dem Verb der umgangssprachlichen Aussage entspricht und nicht, wie in der Zustandslogik, nur eingeschränkt der Eigenschaft einer Substanz. Allerdings bedeutet der Ausdruck $F[a]$ in der OPL

²³ Zur Einführung des Wirkoperators siehe den anschließenden Abschnitt 2.2.

nicht, dass der Objektkern a tatsächlich irgendeine Objekteigenschaft in der Gestalt eines statischen Wirkungspotenzials hat, sondern vielmehr, dass dieser Objektkern a im gegebenen logischen Gesamthorizont die Wirkung F haben kann. Aktionsobjekte und Aktionsobjektgruppen sind somit modal festgelegte Ausdrücke im Sinne von: ‚Es ist möglich, dass F die Wirkung [$a, b, c, \dots n$] entfalten kann.‘

2.2 Der Wirkoperator

Nun benötigen wir, wie vorstehend bereits gesagt, auch einen neuen Operator, der die Aktualisierung, d.h. den tatsächlichen Eintritt einer ansonsten nur latenten Wirkung bezeichnet. Da ein solcher Wirkoperator zweistellig ist, bezeichnen wir das Aktionsobjekt bzw. die Aktionsobjektgruppe auf der linken Seite als ‚Quellobjekt‘, und das Aktionsobjekt bzw. die Aktionsobjektgruppe auf der rechten Seite als ‚Zielobjekt‘. Der Wirkoperator verändert folglich das latente Wirkungsgefüge zwischen den beteiligten Objekten. Ich verwende für ihn das Zeichen ‚ \Rightarrow ‘ (engl.: ‚CAUSES‘). Der Wirkoperator steht in seiner Normalform zwischen zwei Objekten und den ihnen zugeschriebenen latenten Potenzialen.²⁴

Eine Negation des Wirkoperators ist normalerweise überflüssig, weil das Nicht-Stattdfinden eines Prozesses in der Regel keiner Erwähnung bedarf. Der Deutlichkeit halber kann es in bestimmten Fällen allerdings sinnvoll sein, das Nicht-Stattdfinden eines Prozesses explizit anzuzeigen. Wir verwenden hierfür das Zeichen \nRightarrow . Es bedeutet einfach ‚bewirkt nicht‘ und ist folglich nur eine nur abgekürzte Schreibweise für ‚ $\neg \Rightarrow$ ‘. Die Inhibition der Wirkung, formal: der negative Wirkoperator, hat keine versteckt modale Semantik. Die einfache Negation der tatsächlichen Wirkung ist modal indifferent.

Es fehlt abschließend noch eine Variante des Wirkoperators, die objektinterne Prozesse abzubilden vermag, wie sie sich in Sätzen wie: ‚Ich laufe‘, ‚Es regnet‘ etc. äußern. Formal sind solche Prozesse einstellig. Dennoch handelt es sich dem formalen Typus nach um eine Wirkungsoperation. Wir führen hierfür eine positive und negative Variante des Standard-Wirkoperators ein, deren Zeichen schlicht die Umkehrung der Stammform ist: \Leftarrow für den positiv einstelligen und \Leftarrow für den negativ einstelligen Wirkoperator.

Soviel zur Einführung des elementaren Wirkungsoperators, der formal reflexiven Wirkung und ihrer Negation.

Für die Zeichen ‚ \Rightarrow ‘ und ‚ \Leftarrow ‘ sowie ihre negativen Entsprechungen ‚ \nRightarrow ‘ und ‚ \Leftarrow ‘ gilt:

DEF 2: Der Wirkoperator

1. Der positive zweistellige \Rightarrow bzw. einstellige Wirkoperator²⁵ \Leftarrow und deren Negationen \nRightarrow bzw. \Leftarrow sind temporal indifferent, d.h. sie beziehen sich zeitlich auf keinen bestimmten Moment der Wirkung, noch auf deren Dauer. Diese metasprachliche Eigenschaft teilen sie mit den Termen der Aussagenlogik und den Prädikatsvariablen der Prädikatenlogik.
2. Die zu besetzenden Stellen eines Wirkoperators können sich aus einer Mehrheit von Quell- oder Zielobjekten zusammensetzen. In diesem Falle gelten diese als gemeinsame Wirkursache und sind durch die Konnektive \wedge , \vee oder \neg zu verbinden.²⁶

²⁴ Zwar können sowohl auf der rechten als auch auf der linken Seite des Wirkoperators eine beliebige Vielzahl von Aktionsobjekten stehen. Diese müssen hierzu allerdings durch die klassischen Konnektive \wedge , \vee oder \neg verbunden sein, ansonsten ist der entsprechende Ausdruck nicht wohlgeformt. Die klassische Implikation ist hier ebenfalls nicht erlaubt, weil sie kein einfacher Konnektor, sondern bereits ein voll wahrheitslogisch qualifizierter Junktor ist. Da die OPL aber nicht mit Wahrheitswerten arbeitet, ist auch die Implikation grundsätzlich nicht anwendbar.

²⁵ Wenn im Folgenden einfach von ‚Wirkoperator‘ ohne weitere Spezifizierung die Rede ist, so ist damit immer gleichermaßen seine positive und negative Form gemeint.

²⁶ Im Hinblick auf die aristotelische Ursachenlehre, die bekanntlich die vier Ursachen nennt: 1. Wirkursache (*causa efficiens*), 2. Stoffursache (*causa materialis*), 3. Formursache (*causa formalis*) und 4. Zweckursache (*causa finalis*), wird hier zunächst nur die Wirkursache formal behandelt. Weiter unten werde ich aber auch noch auf die formale Behandlung der Zweckursache eingehen.

3. Der Wirkoperator, egal welcher Art, sagt weder, ob das wirkende Objekt damit seine Wirkungspotenz erschöpft hat, noch welche(n) Folgeprozess(e) es im Zielobjektbereich in Gang setzt.
4. Der Wirkoperator ist modal qualifiziert.²⁷ Indem er verwendet wird, sagt er nur, dass die bezeichnete Wirkung, außerhalb seiner Verwendung ansonsten nur latente Wirkung eintritt.
5. Der Wirkoperator ist metasprachlich binär ausgeprägt: Entweder eine Wirkung tritt ein oder sie tritt nicht ein. *Tertium non datur*. Damit verbindet sich jedoch kein objektsprachlicher Wahrheitswert des betreffenden Ausdrucks.
6. Der Wirkoperator schreibt logische Möglichkeitssachverhalte fort: Die Aktualisierung einer latenten Wirkung erzeugt eine neue latente Wirkung. Der Prozess, den der Wirkoperator denotiert, ist folglich jener einer Veränderung von Wirkungsmöglichkeiten. Hierzu bedarf es keinerlei Denotation von Zuständen.

Die beiden Stellen links und rechts des Wirkoperators bezeichnen wir, wie gesagt, als ‚Quellobjekt‘ und ‚Zielobjekt‘ einer Wirkung. Dies gilt auch für Aktionsobjektgruppen. Beide Seiten des Operators stellen wir formal auf die gleiche Weise dar.

Nun ist es ein weiteres und sehr fundamentales Merkmal des prozesshaften Denkens im Gegensatz zum zuständlichen Auffassen der Welt, dass einzelne Prozesse *per se* immer Ausschnitte aus einem praktisch unendlichen Prozessuniversum sind. Dies nötigt uns formal, Quell- und Zielobjekte in der OPL nur mit prozeduralem Anschlusszeichen zu verwenden, um damit anzuzeigen, dass es sich bei unseren Notationen immer nur um Ausschnitte aus einem prozeduralen *Holon*, einem unüberschaubaren Prozessganzen, handelt. Lautet eine abschließende Aussage der OPL also beispielsweise (Leserichtung immer von links nach rechts):

$$\dots \\ F[a] \Rightarrow G[b],$$

so gilt grundsätzlich, dass die damit beschriebene Wirkungskette nicht abgeschlossen ist. Dies sollte folglich durch drei führende bzw. anschließende Punkte verdeutlicht werden, also

$$\dots F[a] \Rightarrow G[b] \dots .$$

Einstellige Wirkungen werden folgendermaßen ausgedrückt:

$$\dots F[a] \Leftarrow \dots , \text{ d.h. die rechte Seite des Wirkoperators bleibt leer.}$$

Die Aufnahme eines weiteren (hier: bereits zuvor erzeugten²⁸) Objekts in eine ebenfalls bereits bestehende Aktionsobjektgruppe wird angezeigt durch:

$$\dots F[a] \Rightarrow F[a, b] \dots .$$

Aus Gründen der Vermeidung überflüssiger Zeichen können die führenden bzw. nachfolgenden drei Punkte allerdings weggelassen werden. Das bedeutet allerdings innerhalb der OPL nirgends, dass ein Objekt nach einer vollzogenen Wirkung in einem Zustand verharrt. Ein alleinstehender Ausdruck der

²⁷ Er ist allerdings nicht modallogisch qualifiziert. Der Unterschied liegt im Bezug der Möglichkeit zu dem, was anders als möglich ist. In der Modallogik liegt die Möglichkeit in der Mitte zwischen den Extremen der Notwendigkeit und der Unmöglichkeit; obendrein ist das Notwendige (hierin ganz gegen den *common sense*) modallogisch auch möglich. Innerhalb der OPL ist die Möglichkeit dagegen der Modus, der dem anderen Modus des Wirklichen gegenübersteht. Das Wirkliche ist hier nicht mehr möglich, weil es eben bereits verwirklicht ist. Dafür gibt es einen gemeinsamen Gattungsbegriff von Möglichkeit und Wirklichkeit: Es ist dies das Gegebene. Die Einordnung von Wirklichkeit und Möglichkeit als Arten der Gattung des Gegebenen eröffnet überhaupt erst den formalen Zusammenhang eines Übergangs von Möglichkeit in Wirklichkeit.

²⁸ Zur Einführung der Verfügbarkeitsoperatoren siehe nachstehenden Abschnitt 4.

Form $F[a]$ zeigt immer nur einen latenten und zusammen mit einem Wirkzeichen immer einen aktuellen Prozess an.

Nun wird es in der Regel sinnvoll sein anzuzeigen, auf welches Objekt eine Anschlusswirkung wiederum weiterwirkt. Wir verwenden beispielsweise den Ausdruck $F[a] \Rightarrow G[b]$ und meinen damit: Die Bank a finanziert das Unternehmen b , das damit die Gasturbine G baut. Es wird in solchen semantischen Kontexten häufig das Bedürfnis bestehen anzugeben, auf wen sich diese Wirkung G , also hier der Bau der Gasturbine, bezieht. In unserem Beispiel würde man z.B. fragen, für wen b die Gasturbine baut. Wollten wir dies durch einen weiteren Wirkungsoperator ausdrücken, der auf den nachfolgenden Wirkungsbetroffenen verweist, so gerieten wir in eine unendliche Kette von Folgeverweisungen, weil jeder Wirkungsempfänger sofort wieder seinerseits neue Wirkungen auslöst.

Um solche Kettenreaktionen zu vermeiden – was nicht ausschließt, dass man in einem späteren Schritt wieder darauf Bezug nimmt –, setzen wir bei Bedarf hinter das Zielobjekt zunächst einfach nur einen Verweis aus dessen sekundäres Zielobjekt, also:

$$\dots F[a] \Rightarrow G[b]c \dots$$

Wenn a selbst das sekundäre Zielobjekt ist, so lautet der Ausdruck ebenso einfach

$$\dots F[a] \Rightarrow G[b]a \dots,$$

und für den Fall einer beteiligten Aktionsobjektgruppe:

$$\dots F[a, b, c] \Rightarrow G[d]a \dots$$

Der vorstehende Ausdruck ist eine sehr kompakte Notation für ein umgangssprachlich bereits ziemlich komplexes Ereignis. Die hier verwendete Kennzeichnung des sekundären Zielobjekts ist nicht zwingend. Setzt man sie allerdings ein, so löst dies den formalen Zwang aus, das sekundäre Zielobjekt in der nachfolgenden Ausdrucksfolge nochmals als Quellobjekt wirken zu lassen. Ein Ausdruck, der eine solche sekundäre Wirkungskennzeichnung hat, kann folglich nicht an letzter Stelle einer Ausdrucksfolge stehen. Mit dem jeweiligen sekundären Zielobjekt muss noch etwas geschehen. Diese Notwendigkeit der nachfolgenden Erwähnung entfällt allerdings, wenn das sekundäre Zielobjekt hinter einem negativen Wirkoperator steht; ein praktisches Beispiel hierzu folgt unten in Abschnitt 5.

Der Transparenz halber verwenden wir die Kennzeichnung sekundärer Zielobjekte im Folgenden nur, wenn dies im konkreten Zusammenhang ratsam ist.

3. Zulässigkeit des klassischen \wedge - und \vee -Konnektive bzw. der klassischen Negation (\neg)

Wir können nun komplexere Ausdrücke aus dem bereits explizierten Formenvorrat konstruieren. Dies betrifft zunächst die Möglichkeit einer Mehrheit sowohl von Ursachen als auch von Wirkungen. Folgende Ausdrücke sind in der OPL gültig, wobei die klassischen Operatoren \wedge und \vee hier allerdings nur einen Teil ihrer klassischen Bedeutung behalten:

$$\dots F[a] \Rightarrow G[c] \vee H[d] \dots,$$

$$\dots F[a] \vee F[b] \Rightarrow G[c] \wedge H[d] \dots$$

oder auch

$$\dots F[a] \Rightarrow G[b] \wedge H[b] \Rightarrow I[c] \dots$$

Die Konnektive \wedge und \vee sind hier, ganz traditionell, immer zweistellig. Dies jedoch unter folgender Maßgabe: Sie sind (aussagenlogisch gesprochen) *keine* Junktoren mit Wahrheitswert, der sich in einer Wertetabelle darstellen lässt. Damit kommen wir zu einem weiteren fundamentalen Paradigma der OPL:

Die formale Geltung ihrer Ausdrücke setzt keine Eignung zu ihrer Auswertung als wahr oder falsch oder noch umfangreicheren Wertevorräten voraus. Die OPL kennt lediglich eine metasprachliche Zulässigkeit bzw. Unzulässigkeit ihrer Ausdrücke, d.h. nur den Unterschied zwischen wohlgeformten und nicht wohlgeformten Ausdrücken. Dies entspricht durchaus der Wirklichkeit, die mit der OPL formal erfasst werden soll: Ereignisse finden entweder statt oder nicht. Aussagen, die sich auf das reine Ereignis beziehen, ohne eine metasprachliche Bewertung der Aussage zu enthalten, können folglich auch keine metasprachliche Auskunft geben, ob die jeweilige Aussage wahr oder falsch ist. Das wiederum bedeutet, dass sich Ausdrücke der OPL nicht in Form von Wahrheitstafeln, allgemeiner: Wertetafeln, darstellen lassen. Sie ist damit in gewisser Weise formal reiner als viele der klassischen Logiken, die im Grunde immer auf zwei unterschiedlichen Ebenen operieren, nämlich der objektsprachlichen Aussagenebene und der metasprachlichen Bewertungsebene.²⁹

Zunächst zur Frage der Anwendbarkeit des ‚ \wedge ‘- und ‚ \vee ‘-Konnektivs.³⁰ Kann nun das ‚ \vee ‘-Konnektiv auch auf der rechten Seite des Wirkungsoperators stehen? Diese Frage stellt uns ein weiteres Mal vor eine Entscheidung, die nur in Ansehung der Anwendung des Formalismus auf die Wirklichkeit getroffen werden kann. Fassen wir formallogische Ausdrücke unmittelbar als ontologische, wenn auch stark verallgemeinerte Abbilder empirischer Wirklichkeit auf, so erscheint die Möglichkeit der damit implizierten Realdisjunktion ziemlich unklar. Lediglich für den Bereich der Quantenmechanik und darunter würde ein Physiker normalerweise von realer Unentschiedenheit sprechen. Philosophisch ist die Lage dagegen auch für die höheren Existenzebenen keineswegs klar.³¹ Auch diese Frage müssen wir hier aber glücklicherweise nicht entscheiden. Ich beanspruche für die OPL nämlich nur, dass sie als erkenntnistheoretisches Werkzeug taugen soll. Wer dieser Einstellung zustimmt, weil er sie für selbstverständlich oder gar trivial hält, sei lediglich daran erinnert, dass die dahinterstehende Frage nach der empirischen Geltung

²⁹ Und selbst diese Kennzeichnung der Bewertung klassisch-logischer Aussagen ist noch nicht vollständig. Bei der Bewertung von Aussagen z.B. der klassischen Aussagenlogik ist nämlich nicht klar, ob sich ihre Bewertung als wahr oder falsch auch auf die empirische Basisaussage im Falle ihrer Anwendung bezieht oder nicht. Betrachten wir beispielsweise die beiden Aussagen ‚Der Apfel ist reif‘ ($= p$) und ‚Ich esse gerne Äpfel‘ ($= q$). Diese Aussage lassen sich aussagenlogisch sehr einfach als ‚ $p \wedge q$ ‘ modellieren. Wenn nun beide Teilausdrücke aussagenlogisch wahr sind, so ist gemäß der klassisch-zweiwertigen Aussagenlogik auch der Gesamtausdruck zumindest formal wahr. Wie aber rechtfertigt sich eine solche rein formale Wahrheit? Über die Prämissen p und q befinden wir nämlich zunächst noch in einem hypothetisch-empirischen Sinne als wahr oder falsch. Wenn aber diese empirische Rückbindung der Prämissen auch für die Schlussfolgerung gelten soll, dann handelt es sich eben auch bei ihr um keine rein formale Wahrheit mehr. Von dieser Unreinheit wäre dann aber *mutatis mutandis* letztlich der gesamte formale Wahrheitsbegriff befallen.

Damit will ich nicht einem Pragmatismus à la John Dewey zum Munde reden (siehe hierzu Dewey [2002]). Das Problem des Zusammenhanges von Zeichen und Bezeichnetem ist letztlich ein metaphysisches und kann hier nicht weiter behandelt werden. Die besagte semantische Ambivalenz der sog. Wahrheitswerte sorgt deshalb schon seit ihren Anfängen für fortgesetzte Diskussionen und führte bei Tarski bekanntlich zu der Feststellung, dass der Satz ‚Schnee ist weiß‘ genau dann wahr sei, wenn Schnee weiß ist (Tarski [1944], Abschnitt 1.4). Es ist schon bedenklich, wenn es in einer Disziplin wie der Logik zu einer derart bescheidenen Einsicht besonderer Expertise bedarf. Das Verhältnis formaler zu empirischer muss hier aber nicht weiter besprochen werden, da die OPL nicht mit Wahrheitswerten operiert.

³⁰ In der Lehrbuchliteratur zur Logik wird meist nur unscharf zwischen den Begriffen ‚Konnektiv‘ und ‚Junktoren‘ unterschieden, obwohl beide etwas ganz Verschiedenes sind. Ein Konnektiv hat nicht unbedingt wahrheitsrelevante Eigenschaften, ein Junktor dagegen schon. Konnektive sind funktional also deutlich primitiver als Junktoren. Verwendet man also die Zeichen ‚ \wedge ‘ bzw. ‚ \vee ‘ als Konnektive, so besagen sie nur, dass zwei Terme in dem jeweiligen Zusammenhang eine funktionale Einheit bilden. Verwendet man sie dagegen als aussagenlogische Junktoren, so sind sie semantisch durch die bekannten Wahrheitstafeln definiert. Da die OPL nicht mit Wahrheitswerten operiert, sind diese Zeichen hier also strikt nur als Konnektive zu verstehen.

³¹ In Sohst [2016], S. 80ff. habe ich mich ausführlich mit der Frage beschäftigt, ob in Anbetracht unseres gegenwärtigen wissenschaftlichen Wissens über die Welt überhaupt eine Aussage darüber möglich ist, ob der Weltverlauf strikt determiniert ist oder nicht. Ich meine dort gezeigt zu haben, dass sich dies aus unserem bisherigen Wissen nicht ableiten lässt, und dass eine solche Determination aus empirischen Gründen, die praktisch unanfechtbar erscheinen, sogar unmöglich ist.

logischer Aussagen dadurch noch nicht beantwortet ist. Aus der besagten Auffassung von Logik im Allgemeinen und damit auch der OPL als reinem Erkenntnis- oder Orientierungswerkzeug folgt allerdings, dass wir die Disjunktion eines Prozesses ohne weitere Bedenken auch auf der Wirkungsseite zulassen können. Dies erweitert die operative Freiheit der OPL erheblich.

Die Zulässigkeit der klassisch zweiwertigen Negation (\neg) erwähnten wir bereits oben im Zusammenhang mit dem negativen Wirkoperator.

4. Der positive und negative Verfügbarkeitsoperator

Es taucht damit allerdings die wesentlich allgemeinere Frage auf, wie man an eine atomare Prozessaussage der oben gezeigten Art anschließen kann. Bevor wir deshalb weiter auf Verzweigungen infolge einer prozesslogischen Disjunktion eingehen können, müssen wir uns mit einem weiteren fundamentalen und durchaus neuen Aspekt der OPL beschäftigen. Die OPL beschreibt keine Objektzustände, sondern Wirkobjekte, d.h. Objekte als Wirkungseinheiten. Daraus ergibt sich das Erfordernis, die Entstehung und das Vergehen von Wirkobjekten formal zu modellieren. Es soll nämlich gelten, dass wohlgeformte Ausdrücke nur solche Wirkobjekte enthalten dürfen, die zuvor formal erzeugt und noch nicht wieder beseitigt wurden.³² Wir führen für die Einführung eines neuen Wirkobjekts das Zeichen ‚ \uparrow ‘ (engl.: ‚UP‘) und für dessen Beseitigung das Zeichen ‚ \downarrow ‘ (engl.: ‚DOWN‘) ein. Für diese Zeichen gilt:

DEF 3: Verfügbarkeitsoperationen

1. Durch die \uparrow -Operation wird ein Wirkobjekt in seiner Gesamtheit erzeugt, d.h. als ein Objekt mitsamt einer spezifischen Wirkung. In seiner weiteren Verwendung kann dieses Objekt auch beliebige andere Wirkungen annehmen, die nicht durch eine \uparrow -Operation angezeigt werden müssen, um gültig zu sein. Die Einführung allein einer neuen Wirkung für ein zuvor erzeugtes Objekt bedarf keiner expliziten Erwähnung.
2. Die \downarrow -Operation beseitigt das gesamte betroffene Wirkobjekt, d.h. es ist damit für keine weitere Operation mehr verfügbar. Deshalb wird der \downarrow -Operator nur auf den Objektkern angewandt, also beispielsweise $\downarrow p$ statt $\downarrow A[p]$.
3. Vor einer \uparrow - und nach einer \downarrow -Operation bedarf es keiner ‚...‘-Markierung, d.h. keines Anschlusszeichens, sofern sie die erste bzw. letzte oder einzige Operation innerhalb eines Ausdrucks auf ihrer Seite des Ausdrucks sind.
4. \uparrow - und \downarrow -Operationen können nur innerhalb einer vollständigen Wirkungsoperation verwendet werden, d.h. in einer Operation, die den Wirkungsoperator \Rightarrow enthält.
5. Vor der Einführung eines Objekts mittels \uparrow und nach der Beseitigung eines Objekts mittels \downarrow ist ein Ausdruck, der ein solches noch nicht eingeführtes oder bereits beseitigtes Objekt enthält, ungültig.
6. Die \downarrow -Operation beendet sofort die gesamte Wirksamkeit eines Objekts. Das heißt, eine solche Operation kann selbst keine weiteren Wirkungen auslösen, sondern nur Wirkung sein. Die \downarrow -Operation kann deshalb nur auf der rechten Seite eines Wirkungsausdrucks stattfinden.
7. Die \uparrow -Operation kann auf beiden Seiten eines Wirkungsausdrucks stehen. Sie muss sich immer auf eine konkrete Wirkung des erzeugten Objekts beziehen, d.h. sie kann nicht den Objektkern allein erzeugen.

³² Dieses Verfahren wird Logiker, die moderne Programmiersprachen kennen, an die dortige Notwendigkeit der Instantiierung von Programmobjekten und ihre mögliche Freigabe erinnern. Hier geht es allerdings, wie bereits eingangs erläutert, nicht um Computerwelten, sondern um unsere unmittelbare kognitive Realität. Nun müssen wir zwar bei den meisten Gegenständen, die uns umgeben, nicht für deren explizite Erzeugung sorgen. Wohl aber ist es in einem formalen System wie der OPL aus Gründen der Transparenz sinnvoll anzuzeigen, welche Objekte überhaupt prozedural schon oder noch zur Verfügung stehen. In der realen Welt entspricht dies also eher der praktischen Verfügbarkeit von Objekten, nicht ihrer grundsätzlichen Existenz.

8. Sowohl die \curvearrowright - als auch die \curvearrowleft -Operation können elementarer Teil einer komplexen Aussage sein.

Hieraus ergibt sich eine weitere, wichtige Unterscheidung zu allen Zustandslogiken: Der objektsprachliche ‚Horizont‘ einer Ausdrucksfolge, als das, wovon eine Ausdrucksfolge handelt, ist nicht von Anfang an festgelegt, sondern kann sich im Verlauf der Ausdrucksfolge erheblich verändern. Die OPL ist somit auch formal dynamisch. Sie beschreibt nicht nur Prozesse, sondern ist auch widerspruchsfrei imstande, Änderungen des Objektsbestands in der konkreten Anwendung zu berücksichtigen.

Damit kehren wir wieder zurück zu der Frage, wie ein Anschluss an komplexe Ausdrücke aussehen kann, die beispielsweise Disjunktionen enthalten. Grundsätzlich gilt, dass jedes Objekt auf der rechten Seite einer Wirkoperation und als Folge der Wirkung nicht beseitigt wurde, wiederum zur Darstellung von Folgewirkungen verwendet werden kann, aber nicht muss. Schauen wir uns beispielsweise diese Ausdrucksfolge an:

1. ... $\curvearrowright V[a] \Rightarrow \curvearrowright L[c]a \wedge \curvearrowright E[b]a$
2. $E[b] \Rightarrow \curvearrowleft a \vee K[a] \dots$

Diese Sequenz besagt ausgeschrieben:

1. Es taucht ein Objekt a auf, dessen Wirkung V darin besteht, die Wirkobjekte $L[c]$ und $E[b]$ hervorzubringen.
2. Von diesen beiden neuen Wirkobjekten bewirkt das Objekt b entweder, dass a nicht mehr über die Wirkung V verfügt oder das a über die neue Wirkung K verfügt.

Um das Beispiel in einer Alltagssituation zu verdeutlichen, könnte man es sich (etwas ausgeschmückt) so vorstellen: „[...] Eines Vormittags taucht Albert in einer studentischen Wohngemeinschaft auf und schafft es irgendwie, dass sich die dortige Bewohnerin Claudia sofort in ihn verknallt, ihr Mitbewohner Bernd dagegen ernsthaft eifersüchtig wird. In seinem Groll komplimentiert Bernd nun entweder Albert aus der Wohnung, oder er schafft es, den Konkurrenten zum Backen eines leckeren Kuchens für alle Bewohner zu bewegen. [...]“³³ Für diese schon etwas kompliziertere Ereignisfolge ist die obige formale Darstellung recht kompakt, meine ich. Und ich wüsste nicht, wie man sie unter vollem Erhalt der dynamischen Kernaussage zustandslogisch formulieren könnte.

Nun wäre allerdings zu klären, welche Bindungswirkung eine einmal eingeführte Wirkungsoperation hat und wie einem Objektkern neue Wirkungen zugeschrieben werden können. Konkret: Muss Claudia ab jetzt immer in Albert verknallt sein? Wohl kaum; die Wirklichkeit verlangt hier auch formale Anpassungsfähigkeit. Grundsätzlich gilt: Wirkungsbeziehungen sind in der OPL binär abgebildet: Sie sind entweder ‚an‘- oder ‚abgeschaltet‘. Wir gehen ferner davon aus, dass ein einmal statuiertes Wirkungsverhältnis sich nicht von selbst ändert, also beispielsweise Albert selbst nicht imstande ist, Claudias Affekte ihm gegenüber zu beseitigen, sofern sich sein eigenes Wirkungsprofil nicht entsprechend verändert. Eine einmal eingetretene Wirkungsbeziehung kann in der OPL folglich nur durch eine andere, weitere Wirkungsoperation aufgehoben werden. Diese Operation ist genau jene Form der Negation, die wir bereits oben mit dem Wirkzeichen \neq kennengelernt haben. Diese Negation kommt jetzt zur Anwendung. Wir schreiben unsere obenstehende Ausdrucksfolge nunmehr im Sinne eines fiktiven Ereignisses fort, demzufolge eine weitere Person namens Franz auftaucht und Claudia klarmacht, dass es keinen Sinn habe, in Albert verliebt zu sein. Zur formalen Darstellung dieses Verlaufs wiederholen wir die anfängliche Ausdrucksfolge und fügen eine weitere Zeile an, die zunächst noch nicht die Entscheidung hinsichtlich der vorangehenden Diskjunktion bringen muss:

³³ Dieses Beispiel enthält relationale Spezifizierungen, die der vorangehende formale Ausdruck noch nicht abbildet, z.B. dass besagte Claudia gerade Michael liebt und nicht irgendjemanden. Diese fehlenden relationalen Merkmale werden wir erst weiter unten einführen.

1. ... $\neg V[a] \Rightarrow \neg L[c]a \wedge \neg E[b]a$
2. $E[b] \Rightarrow \neg a \vee K[a]$
3. $\neg U[f] \Rightarrow L[c]a$...

Die ursprüngliche Wirkungsbeziehung $\neg V[a] \Rightarrow \neg L[c]$ steht somit nicht mehr zur Verfügung. Das sekundäre Zielobjekt am Ende von Zeile 3 folgt auf einen negativen Wirkoperator; eine weitere Bezugnahme auf das Kernobjekt a ist deshalb nicht mehr erforderlich (siehe hierzu oben die Erläuterung am Ende von Abschnitt 2).

Nun wollen wir aber auch die noch ausstehende Entscheidung der Disjunktion $\dots \neg a \vee K[a]$ herbeiführen. Wir schreiben folglich (einschließlich der vorangehenden Zeilen):

1. ... $V[a] \Rightarrow \neg L[c]a \wedge \neg E[b]a$
2. $E[b] \Rightarrow \neg a \vee K[a]$
3. $\neg U[f] \Rightarrow L[c]a$
4. $E[b] \Rightarrow K[a]$...

Logik ist nach allgemeinem Verständnis die Kunst des Schließens. Wo bleibt hier aber der Schluss? Tatsächlich sind aus dem Vorgefallenen mehrere Schlussfolgerungen möglich, z.B.:

$$\frac{\dots}{\therefore E[b] \Rightarrow \neg a}$$

oder

$$\frac{\dots}{\therefore V[a] \Rightarrow L[c]}$$

Beide Schlüsse sind nach den vorangehenden Festlegungen formal gültig. Sie entsprechen auch dem zu erwartenden Ergebnis aus unserem fiktiven Beispiel: Bernd ist nach dem Überreden seines Konkurrenten, einen Kuchen zu backen, nicht mehr in der Lage, diesen hinauszuerwerfen, und Albert bringt seinerseits Claudia nicht mehr dazu, ihn zu lieben. Grundsätzlich ist hier allerdings zu beachten, dass Schlussfolgerungen in jeder Prozesslogik, nicht nur der OPL, nur eine provisorische Rolle spielen. Die eigentliche Heimat des logischen Schlusses ist der antike Syllogismus. Schon in den klassisch-modernen Logiken ist die Umformung wichtiger als der Schluss. In den Prozesslogiken und der OPL ist die Schlussfolgerung schließlich nicht mehr als das beliebige Ende einer Folge von Ausdrücken, die bei Bedarf auch fortgesetzt werden könnte.

5. Prozesslogische Wirkungsrelationen

Wir erwähnten bereits, dass Wirkungen häufig um ein relationales Merkmal ergänzt werden müssen, um die gemeinte Wirklichkeit besser abzubilden. Insbesondere in hierarchischen sozialen Beziehungen definieren die Rollen der Handlungsbeteiligten überall auch ihre Wirkungsbeziehungen, z.B. zwischen Arzt und Patient, Lehrer und Schüler, staatlichem Akteur und Bürger, Arbeitgeber und Arbeitnehmer etc. Solche nicht nur im sozialen, sondern auch in rein physikalisch oder chemisch definierten Verhältnissen häufig anzutreffenden Asymmetrien der Wirkungsbeziehungen müssen im Rahmen einer formalen Prozesslogik unbedingt abbildbar sein. Hier zeigt sich ein starker praktischer Unterschied zu den zustandsbasierten Prozesslogiken der eingangs erwähnten Art.

Solche zusätzlichen Merkmale von Wirkungsbeziehungen müssen sich, um realistisch anwendbar zu sein, immer auf eine gesamte Wirkungsbeziehung richten, nicht allein auf die beteiligten Objektkerne. Ein Arbeitgeber kann dem Arbeitnehmer beispielsweise Dienstanweisungen erteilen, nicht aber umgekehrt. Dies gilt jedoch nicht für das grundsätzliche Recht zur Kündigung des Arbeitsverhältnisses; dies besteht gegenseitig. In solchen Fällen stehen dieselben Objektkerne parallel in verschiedenen Wirkungsbeziehungen zueinander. Folglich muss sich die besagte Qualifikation der Wirkungsbeziehung immer auf ihre konkrete Gesamtheit aller betroffenen Wirkungen beziehen.

Einer solchen konkreten Auszeichnung sollte nun allerdings eine allgemeine Kategorisierung vorangehen, welche Relationen überhaupt zulässig sind, also ein Formenkatalog der zulässigen Wirkungsrelationen zwischen Objekten. Diesen können wir der klassischen Relationenlogik entnehmen. Wir definieren:

DEF 4: Zulässige Wirkungsrelationen

Wirkungen können formal gültig auf die folgende Art aufeinander bezogen sein:

1. *Reflexivität:* Dies betrifft die Wirkungsunterarten

$$F[a] \Rightarrow G[a]$$

$$F[a] \nRightarrow G[a]$$

Man beachte hier, dass sich die Reflexivität (Selbstbewirkung) hier auf den Objektkern bezieht, während die konkrete Wirkung sich unterscheiden muss. Sofern sich ein Ausdruck insgesamt, also weder im Kernausdruck noch in der konkreten Wirkung unterscheiden, läge überhaupt keine Wirkung vor. Solche reflexiven Wirkungsbeziehungen sind nicht selbstverständlich. Sollen sie zugelassen sein, so müssen sie dafür explizit ausgezeichnet werden; siehe dazu weiter unten. Wird die reflexive Wirkungsbeziehung zugelassen, so gilt für

$$F[a] \Rightarrow G[a] \text{ auch } G[a] \Rightarrow F[a], \text{ für}$$

$$F[a] \nRightarrow G[a] \text{ auch } G[a] \nRightarrow F[a].$$

Die Wirkungsbeziehung $F[a] \Rightarrow \neg a$ lässt sich nie umkehren, weil ein beseitigtes Objekt keine weitere Wirkung mehr entfalten kann, siehe oben Def. 3.6.

2. *Transitivität:*

$$F[a] \Rightarrow G[b]$$

$$G[b] \Rightarrow H[c]$$

$$\therefore F[a] \Rightarrow H[c]$$

Die Transitivität ist sowohl für den positiven und negativen Standard-Wirkungsoperator verfügbar. Sie wird vorstehend als Schlussfolgerung dargestellt, um das formale Potenzial des Wirkungsoperators zu veranschaulichen. Es ist im Grunde nur eine abgekürzte Darstellung für einen Kettenschluss zwischen $F[a]$ und $H[c]$. Empirisch sind Wirkungsketten nie transitiv, weil es eben immer des kausalen Zwischenschritts bedarf, um das Endergebnis herbeizuführen. Die transitive Wirkungsrelation hat allerdings eine hohe praktische Relevanz, insofern wir in unseren Bildern realer Ereignisverläufe oft sehr viele Teilereignisse abkürzend zusammenfassen. So sagen wir beispielsweise: ‚Der Hund wurde von jenem Autofahrer verletzt‘, obwohl der Autofahrer dies gar nicht selbst tat, sondern das von ihm gelenkte Auto. Wir drücken mit solchen Sätzen eher einen Verantwortungs- als einen Kausalzusammenhang aus, wobei die Kausalität dennoch eine wichtige Rolle spielt. Häufig kürzen wir Kausalzusammenhänge aber auch einfach deshalb ab, weil die jeweilige Beschreibungsebene dies nahelegt. Sage ich beispielsweise: ‚Wegen des Schnupfens habe ich eine verstopfte Nase‘, so drückt dieser Satz einen in Wirklichkeit wesentlich komplexeren Wirkungszusammenhang aus. Dennoch ist die Möglichkeit zu solchen Sätzen nicht nur sinnvoll, sondern für die Alltagsorientierung sogar unverzichtbar.³⁴ Weil aber die Möglichkeit der Analyse und Synthese solcher Detail- und Globalwirkungsketten ständig gebraucht wird, müssen wir in einer

³⁴ Bei genauerem Hinschauen zeigen sich hier noch weitergehende Fragen: Unter welchen Umständen ist es überhaupt richtig, von einer Gesamtheit von Teilen als dem eigentlichen Verursacher einer Wirkung zu sprechen? Bei einem Autounfall dürfte es keine Schwierigkeiten bereiten, das betreffende Auto als Wirkungseinheit zu betrachten. Wie aber sieht es bei komplexen Naturereignissen, z.B. Regen, Erdbeben oder Flutwellen aus? Sind soziale Massenphänomene wie z.B. kollektives Konsumentenverhalten, politische Wahlen oder gar Aufstände und Kriegereignisse noch sinnvoll als kausal einheitliche Ereignisse zu behandeln? Wir müssen uns dieser Frage hier glücklicherweise nicht weiter widmen. In Sohst [2016], S. 143 ff., gehe ich auf diese grundlegende ontologische Frage ausführlich ein.

Wirkungslogik auch die formallogische Möglichkeit zu ihrer Darstellung bereitstellen.

$$3. \text{ Kommutativität: } \frac{F[a] \Rightarrow G[b]}{\therefore G[b] \Rightarrow F[a]}$$

Auch hier wird die nicht zwingende formale Wirkungsalternative der Wirkungsumkehrung als Schussfolgerung veranschaulicht. In der Aussagenlogik wird diese Art der Umkehrbarkeit auch in Anlehnung an die physikalische Terminologie als Symmetrie bezeichnet, was sich in einer Prozesslogik besonders anbietet.³⁵ Im Gegensatz zur Transitivität ist die kommutative oder symmetrische Wirkung keineswegs selbstverständlich. Im Gegenteil, eine Wirkungsumkehrung ist in der Wirklichkeit nicht der Regelfall. Ein Unterfall der symmetrischen Wirkungsbeziehung ist ihre negative Umkehrbarkeit:

$$\frac{F[a] \Rightarrow G[b]}{\therefore G[b] \not\Rightarrow F[a]}$$

Hierin zeigt sich nochmals deutlich der Unterschied zwischen der aussagenlogischen Negation und dem negativen Wirkungsoperator. Es ist nämlich etwas völlig Verschiedenes, die negative Wirkungsumkehr explizit zuzulassen, wie es vorstehend statuiert wird, oder einfach gar nichts zur Kommutativität einer konkreten Wirkungsbeziehung zu sagen. In diesem Fall folgt aus der Nicht-Auszeichnung der Kommutativität nämlich lediglich die einfache Negation der Umkehrung, also $\neg(G[b] \Rightarrow F[a])$ oder, was dasselbe bedeutet, $G[b] \neg \Rightarrow F[a]$, was nicht kategorisch gilt, sondern nur für jeweiligen Ausdruck, solange kein weiterer Ausdruck diese Beschränkung aufhebt.

Es ist infolgedessen klar, dass das Vorliegen der einfachen oder negativen Wirkungssymmetrie in jedem Fall explizit formal angezeigt werden muss, allein schon, um zwischen positiver Symmetrie zu unterscheiden, denn diese beiden Wirkungsalternativen schließen sich gegenseitig aus.

$$4. \text{ Distributivität: } \frac{F[a] \Rightarrow (G[b] \vee H[c]) \wedge (I[b] \vee K[c])}{\therefore F[a] \Rightarrow ((G[b] \wedge (I[b] \vee K[c])) \vee (H[c] \wedge (I[b] \vee K[c]))}$$

woraus sich wiederum die Gültigkeit auch aller folgenden Schlüsse ergibt:

$$\begin{aligned} \therefore F[a] \Rightarrow G[b] \wedge (I[b] \vee K[c]) & \text{ (Fortsetzung mit der 1. Hauptalternative)} \\ \therefore F[a] \Rightarrow H[c] \wedge (I[b] \vee K[c]) & \text{ (Fortsetzung mit der 2. Hauptalternative)} \\ \therefore F[a] \Rightarrow H[c] \wedge I[b] & \text{ (Fortsetzung mit der 1. Subalternative)} \\ \therefore F[a] \Rightarrow H[c] \wedge K[c] & \text{ (Fortsetzung mit der 2. Subalternative)} \end{aligned}$$

Die Distributivität bedarf ebenso wie die Kommutativität oder Wirkungssymmetrie einer ausdrücklichen formalen Kennzeichnung.

5. Kennzeichnungsregeln:

- a) Die relationale Kennzeichnung von Wirkungsbeziehungen (engl.: *relational markers*) findet am Wirkungsoperator statt. Sie gilt für den gesamten dadurch qualifizierten Ausdruck, bestehend aus Quell- und Zielobjekten.
- b) Eine einmal eingeführte Kennzeichnung ist für alle beteiligten Quell- und Zielobjekte nur in der markierten Wirkungsbeziehung bindend. Andere Wirkungen derselben Objektkerne untereinander sind davon nicht betroffen.
- c) Sind auf der Quell- oder Zielseite mehrere, untereinander durch das \wedge -Konnektiv verbundene Objekte beteiligt, so gilt die relationale Kennzeichnung der Wirkungsbeziehung

³⁵ So beispielsweise Kutschera/Breitkopf [1971], S. 130.

immer für die Gesamtheit der auf diese Weise konnektierten Objekte. Das heißt: Dieselbe Wirkung kann unabhängig von ihrer relationalen Kennzeichnung nicht zwischen einzelnen des beteiligten Objektverbunds stattfinden

d) Sind auf der Quell- oder Zielseite mehrere, untereinander durch das \vee -Konnektiv verbundene Objekte beteiligt, so gilt die relationale Kennzeichnung der Wirkungsbeziehung immer nur für die einzelnen Glieder der Disjunktion im Verhältnis zum für alle Disjunktionalternativen gleichen Quell- oder Zielobjekt.

e) Relationale Kennzeichnungen von Wirkungsbeziehungen können nachfolgend auch wieder aufgehoben werden.

f) Relationale Kennzeichnungen von Wirkungsbeziehungen können, grundsätzlich, d.h. unter passenden Umständen, kumulativ verwendet werden.

Die explizite Kennzeichnung eines Wirkungsoperators als reflexiv, kommutativ, transitiv oder distributiv ist erforderlich, damit entsprechende gültige Schlüsse aus den betreffenden Ausdrücken gezogen werden können. Ohne eine solche Kennzeichnung sind alle Schlüsse ungültig, die eine solche Kennzeichnung voraussetzen.

Wir kennzeichnen eine Wirkungsbeziehung als reflexiv, transitiv, kommutativ oder distributiv durch ein Subskript hinter dem betroffenen Wirkungsoperator, also

- \Rightarrow_{R+} die positive und \Rightarrow_R die negative Reflexivität
- \Rightarrow_K für die Kommutativität
- \Rightarrow_D für die Distributivität
- $\Rightarrow_{\neg T}$ für die Negation der Transitivität
- $\Rightarrow_{\langle \text{Kennzeichner} \rangle}$ für die Aufhebung einer beliebigen relationalen Kennzeichnung.

Der konkrete Einsatz dieser zusätzlichen Markierungen lässt sich beispielsweise so illustrieren:

$F[a] \Rightarrow_{R-,K} G[b]$ | Die Wirkungsbeziehung ist negativ reflexiv und kommutativ
 $G[a] \Rightarrow_{R-,K} H[c]$ | So auch die anschließende Wirkungsbeziehung
 $H[c] \Rightarrow \neg a$

6. Objektverschmelzung und -aufspaltung

6.1 Grundlagen

Eingangs wies ich bereits darauf hin, dass die hier dargestellte OPL über eine Möglichkeit verfügt, die den zustandslogischen Systemen grundsätzlich nicht zugänglich ist, weil sie Veränderungen im jeweiligen Objektbestand über die Grenzen der Eigenschaften dieser Objekte hinaus nicht abbilden können. Unser Alltag ist jedoch voll von Beispielen der Objektverschmelzung und -aufspaltung. So werden bei allen Produktionsprozessen, wo aus Einzelteilen eine größere Gesamtheit hergestellt wird, neue Objekte erzeugt, die es zuvor nicht gab. Umgekehrt ist jedes Herauslösen eines Teils aus einer vorangehenden Gegenstandseinheit eine Aufspaltung, insofern nach dem Herauslösen mehr voneinander unabhängige, d.h. einzelne Objekte vorhanden sind als zuvor. Die Selbstverständlichkeit und Häufigkeit dieser Vorgänge im Alltag ist so groß, dass es erstaunlich ist, dass bisher noch kein logischer Formalismus erfunden wurde, der sie abzubilden vermag.

Ein Ausdruck der Verschmelzung (engl.: FUSION) erzeugt aus einer Mehrheit von Quellobjekten ein neues, einheitliches Zielobjekt. Wir verwenden für ihn das Zeichen \oplus . Der umgekehrte Vorgang, die Aufspaltung (engl.: SPLIT-UP), hat ein Quellobjekt zum Gegenstand und produziert daraus eine Mehrheit selbständiger Zielobjekte. Wir verwenden für ihn das Zeichen \oslash . Beide Vorgänge werden formal durch entsprechende Operatoren realisiert, die wir, weil sie eng miteinander verwandt sind, im Folgenden mit den englischen Anfangsbuchstaben ihrer Bezeichner als ‚FS-Operatoren‘ (‚Fusion‘ und ‚Split-up‘) bezeichnen.

DEF 5: Die FS-Operatoren

Wir definieren die FS-Operatoren wie folgt:

1. Für die Verschmelzung müssen auf der linken Seite des \oplus -Operators mindesten zwei verschiedene Quellobjekte benannt sein, zur besseren Unterscheidung getrennt durch Kommata.
2. Auf der rechten Seite des \oplus -Operators erscheint genau ein neues Zielobjekt, d.h. ein Objekt, das bis dahin noch nicht formal erzeugt wurde. Seine Erzeugung im Zuge einer Verschmelzung bedarf folglich keiner vorangehenden positiven Verfügbarkeitsoperation.
3. Mit der Verschmelzung sind die verschmolzenen Quellobjekte für nachfolgende Ausdrücke nur noch in internen Wirkungen miteinander verfügbar; externe Wirkung können sie so lange nicht ausüben, wie sie aus der Verschmelzung nicht durch nachfolgende Abspaltung wieder herausgelöst wurden. Wir bezeichnen dies als ‚endogene Beschränkung‘ (engl.: *endogenous constraint*).
4. Das Quellobjekt aufgespaltener Objekte (Operator: \emptyset) geht nur dann unter und ist folglich nicht mehr verfügbar, wenn es sich vollständig in seine Einzelteile auflöst. Nur in diesem Falle muss ein entsprechendes Objekt, um wieder verfügbar werden, wieder neu erzeugt werden. Der Untergang eines Objekts infolge Totalaufspaltung muss gesondert angezeigt werden. Erfolgt dies nicht, ist es im weiteren Wirkungsverlauf immer noch verfügbar.

Schauen wir uns eine Beispiel-Ausdrucksfolge unter Verwendung der FS-Operatoren an. Wir stellen uns vor, dass Albert, also a , als begeisterter Radsportler drei Einzelteile eines neuen Rennrades kauft und diese zu einem neuen Rennrad vereinigt:

1. ... $\nearrow K[a] \Rightarrow \nearrow b \wedge \nearrow c \wedge \nearrow d$
2. $\forall[a] \Rightarrow F[b \oplus c \oplus d] \Rightarrow \nearrow f$

Die Vereinigung der Teile b , c und d zum neuen Objekt f geschieht formal also einfach durch Klammerung der zu vereinigenden Teile und einem Wirkungsoperator, der auf die Entstehung des neuen Gegenstandes f verweist. Wenn das Zielobjekt der Vereinigung bereits besteht, weil (in unserem Beispiel) Albert zwar neue Teile kauft, diese aber in ein bereits bestehendes Fahrrad einbaut, so drücken wir dies folgendermaßen aus:

1. ... $\nearrow f$
2. $\nearrow K[a] \Rightarrow \nearrow b \wedge \nearrow c \wedge \nearrow d$
3. $\forall[a] \Rightarrow F[b \oplus c \oplus d]f \dots$

In diesem Falle wird zunächst das Fahrrad f zu Beginn der Prozessfolge erzeugt, um danach als Zielobjekt eingesetzt werden zu können. So erhalten wir uns die Konsistenz unseres jeweiligen Objekt-Wirkung-Universums.

Ganz ähnlich lässt sich die Auflösung eines Objekts in seine Bestandteile und auch die Herauslösung einzelner Teile aus einem fortbestehenden Objekt darstellen, wobei die benannten Teile hier gleichzeitig erst erzeugt werden:

1. ... $\nearrow a$
2. $\forall[a] \Rightarrow \nearrow b \emptyset \nearrow c \emptyset \nearrow \dots$

6.2 Σ -Objekte

Die Formalisierung der Objektverschmelzung eröffnet aber noch weitere Darstellungsmöglichkeiten, wenn wir zwischen zwei grundsätzlich verschiedenen Formen der Objektverschmelzung unterscheiden, und zwar:

- a) Untergang der Elementarobjekte im Zuge der Verschmelzung zum neuen einfachen Objekt
- b) Fortbestand der Elementarobjekte im Zuge ihrer Integration in ein neues, komplexes Objekt.

Wenn wir eine Objektverschmelzung im Sinne von vorstehend b) dergestalt vornehmen, dass im Ergebnis ein neues, komplexes Objekt entsteht, d.h. unter Fortbestand seiner Elemente vor der Verschmelzung, so kann dieses neue Objekt im Folgenden zunächst als selbständige Ganzheit wie jedes andere einfache Objekt verwendet werden. Darüber hinaus können wir dieses neue Objekt fortan aber auch zur Kontrolle nicht nur ‚externer‘ Wirkungen von und auf andere Objekte neben ihm selbst verwenden, sondern auch zur Kontrolle seiner eigenen Bestandteile, d.h. zur Binnensteuerung. Der Grundgedanke solcher Konstrukte ist der, dass bei einer solchen Verschmelzung eine übergeordnete Wirkungseinheit entsteht, die ihre Elemente zueinander so organisiert, dass die leitende Wirkungseinheit in Wechselwirkung mit veränderten Umweltbedingungen hinsichtlich ihrer Binnenbeschaffenheit anpassungsfähig ist. Ich bezeichne solche komplexen Objekte fortan als Σ -Objekte. Der Ausdruck ‚ Σ -Objekt‘ ist allerdings ein Klassenbegriff. Bei Erzeugung eines konkreten Objekts dieses Typs ist die Typenbezeichnung Σ zwecks Unterscheidung von elementaren Objekten deshalb der eigentlichen Objektbezeichnung als Superskript hinzuzufügen, z.B. in der Form $F[p^\Sigma]$.

Gesetzt der Fall, wir erzeugen ein solches Σ -Objekt namens p , das aus der Integration der fortbestehenden Elementarobjekte a , b und c hervorgeht. Seine Elementarobjekte erfahren infolge der Verschmelzung zu einem Σ -Objekt eine Veränderung ihrer Wirkungspotenziale genau in dem Umfange, wie dies zur Entstehung und Erhaltung dieses neuen Objekts notwendig ist. Darüber hinaus bleiben ihre Wirkungsprofile unberührt. Zu Erzeugung eines solchen Σ -Objekts ist es deshalb notwendig, die mit der Verschmelzung eintretenden Veränderungen in den Wirkungsprofilen seiner konstitutiven Elementarobjekten anzugeben. Die OPL verfügt zwar über keinen Operator, der die Veränderung einer Wirkungspotenz anzeigt. Sie verfügt allerdings über die formale Möglichkeit der positiven, d.h. neuen Zuweisung von Wirkungspotenzen mittels einfachem Zuweisungsausdruck, sowie über die umgekehrte formale Möglichkeit der negativen Zuweisung, also Löschung, von Wirkungspotenzen mittels Potenzialnegation (Zeichen: \neg).³⁶

Mit Hilfe dieser beiden formalen Operationen lässt sich für jedes Elementarobjekt genau angeben, welche Veränderungen es im Zuge seiner Integration in ein Σ -Objekt erfährt. Solche Veränderungsdarstellungen sind aber kein Zwang. Rein formal wird jedes Elementarobjekt eines Σ -Objekts zwar in seinem Wirkungshorizont schon dadurch beschnitten, dass es als Element des Σ -Objekts keine eigene Außenwirkung mehr entfalten kann. Dies ist aber ohnehin bereits eine Konsequenz der Verschmelzung und muss deshalb nicht gesondert angezeigt werden. Ausdrücke zur Erzeugung von Σ -Objekten müssen allerdings im Moment ihrer Entstehung durch Verschmelzung alle davon betroffenen Elementarobjekte und die an ihnen stattfindenden Veränderungsoperationen explizit angeben. Sonst ist ein solcher Ausdruck unvollständig und damit nicht mehr wohlgeformt.

Als Form der Notation der hieran beteiligten Vorgänge legen wir fest:

1. Zur Einführung des neuen Σ -Objekts im Anschluss an die bereits oben genannte Konvention, wobei das Ausgangsobjektbeispiel $V[a]$ frei gewählt ist :

$$V[a] \Rightarrow F[a \oplus b \oplus c] \Rightarrow \mathcal{J}p^\Sigma \dots$$

2. Der vorstehende Ausdruck sagt aber noch nichts über die erwähnten Veränderungen an den Wirkungspotenzialen der betroffenen Elementarobjekte. Da diese zwar logisch gleichzeitig mit der Erzeugung des Σ -Objekts stattfinden, ihre Erwähnung in derselben Zeile aber sehr unübersichtlich werden kann, schreiben wir am Ende der das Σ -Objekt erzeugenden Zeile drei

³⁶ Siehe oben Abschnitt 2.1

Fortsetzungspunkte und ergänzen in der anschließenden Zeile die besagten Veränderungen der Elementarobjekte, wobei es keines weiteren Wirkungsoperators mehr bedarf, wohl aber einer formalen Anzeige der veränderten Wirkungsprofile der integrierten Elementarobjekte. Wir schreiben diese Veränderungen wie gehabt in eckige Klammern hinter dem Σ -Zeichen bzw. mehrfache Veränderungen an ein und demselben Elementarobjekt in einfache Klammern; als Trennzeichen verwenden wir auf allen Ebenen das Semikolon, beispielsweise:

$$p^\Sigma [(-K[a]; L[a]; M[a]); (L[a]; N[a]); (-O[c])].$$

Hierdurch wird die verschachtelte Struktur des neuen Σ -Objekts deutlich. Sofern die betroffenen Elementarobjekte vor ihrer Integration noch über andere Wirkungspotenziale verfügten, die hier nicht erwähnt sind, bleiben diese unberührt.

3. Ferner wird es im weiteren Verlauf der Ausdrucksfolge häufig auch erforderlich sein, dem neu erzeugten Σ -Objekt noch weitere Binnen-Elementarobjekte hinzuzufügen bzw. bestehende Elementarobjekte zu löschen. Auch dies kann formal ohne weiteres dargestellt werden:

$$A[p^\Sigma] \Rightarrow [\dots \cup (L[d]; M[d]; N[d])] \text{ bzw.}$$

$$A[p^\Sigma] \Rightarrow [\dots \setminus (a; b)].$$

Darüber hinaus kann ein Σ -Objekt formal ohne Einschränkungen und vollkommen selbständig agieren wie ein Elementarobjekt. Insbesondere können ihm auch selbst Wirkungspotenziale z.B. in der Form $F[p^\Sigma]$ zugewiesen bzw. abgesprochen werden.

7. Kontrollstrukturen

Im vorangehenden Abschnitt war bereits von der Möglichkeit der prozesslogischen Darstellung von Binnenkontrollstrukturen die Rede. Solche Kontrollen (der Ausdruck wird gleich noch genauer geklärt) können sich sowohl auf die Möglichkeit einer Veränderung der Binnenzustände eines Σ -Objekts, wie oben dargestellt, beziehen, als auch auf die gegenseitigen Abhängigkeiten der Aktualisierung einer Wirkung zwischen freien, d.h. nicht in Σ -Objekten gebundenen Objekten, wozu auch die Interaktion zwischen einfachen und komplexen Objekten gehört.

In sämtlichen zeitgenössischen Programmiersprachen sind Kontrollstrukturen ein wesentliches Element der jeweiligen Sprache. Die OPL ist allerdings keine Programmiersprache, sondern ein logischer Formalismus.³⁷ Sie bietet Kontrollstrukturen zwar an, allerdings nur in dem minimalen Umfange, wie dies zur formalen Darstellung von Prozessabhängigkeiten notwendig ist. Darauf kann nun auch eine Prozesslogik nicht verzichten, denn auch formal ist ein wesentliches Merkmal von Prozessstrukturen die Abhängigkeit der Aktualisierung einer zunächst nur latenten Wirkung von bestimmten Umgebungsbedingungen.

Hierzu ist zunächst zu klären, was eine Prozessbedingung überhaupt ist. Tatsächlich bedeutet sie im Zusammenhang der OPL lediglich die Festlegung einer einschränkenden Bedingung, wann eine latente Objektanziehung aktualisiert wird. Prozessbedingungen erzwingen also niemals die Aktualisierung einer Wirkungspotenz, sondern bedeuten immer nur Einschränkungen der Beliebigkeit des Eintritts einer Wirkung. Andererseits erzwingen sie bei Eintritt der Bedingung die festgelegte Folgewirkung. In dieser Hinsicht sind die nachstehend formalisierten Prozessbedingungen deterministisch. Solche Bedingungen können in der OPL an eine einzelne Folgewirkung oder eine gemeinsam eintretende Mehrheit solcher

³⁷ Kontrollstrukturen wurden von der Informatik schon früh aus der Kybernetik übernommen. Die Informatik in der heute entwickelten Form basiert allerdings nach wie vor durchgängig auf zustandslogischen Paradigmen, wo Prozessabhängigkeiten erst nach einer entsprechenden Transformation in eine Reihe von Objektzuständen zu Kontrollstrukturen dargestellt werden können. Die OPL stellt dieses Mittel dagegen von vornherein zur Verfügung, d.h. als unmittelbare Eigenschaft des prozesslogischen Formalismus selbst.

Folgewirkungen gekoppelt werden. Damit zeigt sich auch gleich ein wesentlicher Unterschied zu sämtlichen Kontrollstrukturen der üblichen Programmiersprachen: Da diese nämlich allesamt auf den bekannten Zustandslogiken aufbauen, und zwar ganz überwiegend auf einer zweiwertigen Aussagen- und Prädikatenlogik, wirken sämtliche Kontrollstrukturen auch nur durch die Kontrolle von Zuständen anderer Objekte im jeweiligen Programmhorizont. Das heißt: Sie kontrollieren keine Prozesse, sondern nur Zustände. Die im Grunde sehr einfache Kontrollstruktur reagiert dagegen unmittelbar auf andere Prozesse, nicht erst auf deren resultierende Zustandsfolgen. Dies hat wiederum Auswirkungen auf den Geltungshorizont solcher Strukturen, wie sich weiter unten zeigen wird.

Wir verwenden in der OPL nur einen einzigen Kontrolloperator zur Anzeige der Abhängigkeit einer Wirkungsbedingung vom Eintritt anderer Wirkungen, dessen Zeichen das aus den Programmiersprachen bekannte Wort ‚IF‘ ist. Die Syntax für seinen Einsatz lautet beispielweise:

$$\text{IF } \{ \langle \text{Wirkungspotenz } 1, 2, \dots, n \rangle \} \Rightarrow \{ \langle \text{Wirkungspotenz } 1, 2, \dots, n \rangle \}$$

bzw. im Falle der negativen Bedingung, d.h. nicht der positiven Auslösung einer Folgewirkung, sondern der Verhinderung einer Folgewirkung

$$\text{IF } \{ \{ \langle \text{Wirkungspotenz } 1, 2, \dots, n \rangle \} \} \Rightarrow \{ \langle \text{Wirkungspotenz } 1, 2, \dots, n \rangle \}$$

wobei die betroffenen Wirkungspotenzen auf beiden Seiten der abhängigen Wirkung dieselben sein können oder auch nicht. Die vorgenannte Schreibweise impliziert innerhalb der inneren, runden Klammern eine UND-Verknüpfung zwischen den einzelnen genannten Wirkungspotenzen auf beiden Seiten des Wirkungsoperators. Auch eine ODER-Verknüpfung ist ohne weiteres möglich, muss dann aber explizit durch Verwendung des \vee -Zeichens angezeigt werden.

Die Festlegung einer solchen Kontrollstruktur ist also im Grunde genommen nur eine deterministische Verallgemeinerung der ansonsten beliebig auftretenden Wirkungen. ‚IF‘ bewirkt, dass *immer* bei Eintritt der genannten Wirkungsvoraussetzungen eine bestimmte Folgewirkung eintritt. Damit ermöglicht der IF-Operator nicht nur die Kontrolle von Wirkungszusammenhängen, sondern auch deren Automatisierung. Wir können nunmehr einem bestimmten IF-Ausdrücke sowie ganzen Komplexen verschachtelter IF-Operatoren jeweils einen individuellen Namen geben. Dann brauchen wir in einer Ausdrucksfolge an der Stelle, wo der bereits zuvor im dem IF-Ausdruck festgelegte Auslöser tatsächlich eintritt, nur noch den Namen dieses IF-Operators zu erwähnen. Daraufhin können wir gleich an das Ende der schon zuvor festgelegten Wirkungsfolge springen.

Nehmen wir beispielsweise die folgenden IF- Ausdrücke als gegeben an, wobei wir gleich zwei elementare Operatoren zur einem komplexen IF- Ausdruck zusammenfassen und jedem dieser Operatoren einen eindeutigen Namen im Anschluss an den jeweiligen Ausdruck geben:

$$\begin{aligned} &\text{IF } \{ F[a] \vee G[b] \Rightarrow F[b], H[b] \} \text{ IF_1} \\ &\text{IF } \{ F[c] \Rightarrow L[b] \} \text{ IF_2} \\ &\text{IF } \{ \text{IF_1}, \text{IF_2} \Rightarrow M[c] \} \text{ IF_3} \\ &\dots \\ &G[b] \wedge F[c] \text{ IF_2} \Rightarrow L[b], \Rightarrow \text{IF_3} M[c]. \end{aligned}$$

Dies ist ein einfaches Beispiel einer Verschachtelung. Auch eine einfache Verkettung ist möglich:

$$\begin{aligned} &\text{IF } \{ F[a] \vee G[b] \Rightarrow F[b], H[b] \} \text{ IF_4} \\ &\text{IF } \{ F[b] \Rightarrow L[b] \} \text{ IF_5} \\ &\dots \\ &G[b] \text{ IF_4, IF_5} \Rightarrow L[b]. \end{aligned}$$

Durch den Aufbau noch komplexerer Bedingungsstrukturen lassen sich so mit geringer Ausdruckslänge sehr umfangreiche Wirkungsfolgen darstellen.

Ebenso einfach ist die Aufhebung einmal festgelegter Bedingungen. Sie erfolgt durch schlichte Negation des betreffenden IF- Ausdrucks, bezeichnet durch seinen eindeutigen Namen, z.B.:

$$\neg \text{IF}_5.$$

Wir sehen gerade an der Möglichkeit der Negation einer Wirkungsbedingung nochmals deutlich den Unterschied zu den Kontrollstrukturen üblicher Programmiersprachen. Da wir es bei dem IF-Operator der OPL mit einem Bedingungsoperator zu tun haben, der ‚ständig‘ gilt, d.h. nicht nur bei konkreter Zustandsabfrage, sondern permanent in seinem gesamten Wirkungshorizont, müssen wir ihn auch wieder aufheben, wenn die Bedingung nicht mehr gelten soll. Im Falle der Programmiersprachen treten Kontrollstrukturen dagegen immer an ganz bestimmten Programmstellen auf, an denen bestimmte Zustände im Programmhorizont bekannter Objekte abgefragt werden. Programmatische Kontrollstrukturen haben also von sich aus nur eine ganz lokale und punktuelle, d.h. einmalige Wirkung.

Umgekehrt lässt sich der Geltungshorizont einer Kontrollstruktur der OPL durchaus einschränken, und zwar bei Anwendung auf ein Σ -Objekt.³⁸ Sofern ein IF-Operator auf die Elementarobjekte eines Σ -Objekts angewandt wird, kann er außerhalb dieses Objekts per definitionem keine Wirkung haben, weil sich die internen latenten Wirkungspotenzen eines Σ -Objekts nicht unmittelbar von außen aktualisieren lassen. Σ -Objekte müssen von außen immer als selbständige Ganze angesprochen werden. Wohl aber lässt sich indirekt eine Einwirkung von außen auf die Binnenpotenzen des Σ -Objekts darstellen, indem das betreffende Σ -Objekt selbst auf der linken Seite auftaucht, d.h. der Bedingungsseite eines IF-Operators, und komplementär auf der rechten Seite eine Σ -interne Wirkungsfolge festgelegt wird. Auf diesem Wege lässt sich sogar eine Koppelung von sog. Geschwisterobjekten darstellen. Nehmen wir beispielsweise an, wir wollten die Wirkungsgeschichte eines Objekts darstellen, das einerseits integraler Bestandteil eines Σ -Objekts ist, darüber hinaus aber, ontologisch gesprochen, auch eine Existenz außerhalb dieses Objekts hat. Auch dies ist in der OPL darstellbar.³⁹ Solche Verhältnisse werden in der OPL als zwei verschiedene Objekte abgebildet, weil sich die jeweiligen Wirkungsprofile unterscheiden. Ontologisch betrachtet liegt hier zwar eine Objektidentität vor. Diese kommt formallogisch aber nicht zur Geltung, weil die Logik generell kein Instrument zur Abbildung ontologischer Verhältnisse ist, sondern ein Mittel zur Plausibilisierung von Behauptungssätzen in der sprachlichen Kommunikation.⁴⁰ Aus diesem Grunde ist es formal besser, solche unterschiedlichen Rollen ontologisch identischer Objekte prozesslogisch als verschiedene, allerdings spezifisch gekoppelte Objekte darzustellen. Solche gekoppelten Objekte bezeichne ich als Geschwisterobjekte.

Die prozesslogische Koppelung von Geschwisterobjekten lässt sich formal über zwei aufeinander folgende IF-Operatoren darstellen, wobei in der Mitte zwischen dem ‚freien‘ äußeren und dem gebundenen Σ -internen Objekt immer das Σ -Objekt als Vermittler steht. Es seien beispielsweise gegeben: a_1 als das ‚freie‘ äußere Objekt, $G[b^2]$ als ein Σ -Objekt namens b und a_2 als internes Element des Σ -Objekts. Daraufhin notieren wir:

$$\text{IF } \{F[a_1] \Rightarrow G[b^2]\} \text{ IF}_6$$

³⁸ Dies hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der sog. Kapselung in den objektorientierten Programmiersprachen.

³⁹ Solche Verhältnisse sind insbesondere im sozialen Bereich die Regel. Wir bezeichnen diese unterschiedlichen Funktionen in der Regel als die verschiedenen Rollen einer Person. Ein Mensch kann beispielsweise eine Rolle als Mitarbeiter eines Unternehmens ausüben und bleibt davon unberührt immer noch eine ‚freie‘ Person außerhalb dieses Unternehmens.

⁴⁰ Ich schließe mich diesbezüglich der Gruppe der Vertreter der sog. Gebrauchstheorien der Sprache an, insbesondere der Inferenzsemantik von Robert B. Brandom, siehe Brandom [1994].

$$IF \{G[b^2] \Rightarrow H[a_2]\} IF_7$$

Im Falle des Eintretens IF_6 wird nunmehr unmittelbar auch IF_7 ausgelöst. Damit wird im Ergebnis ein äußeres Ereignis des ‚freien‘ Geschwisterobjekts an die Wirkung seines Σ -internen Geschwisterobjekts gekoppelt. Eine solche Koppelung ist freilich nicht auf Geschwisterobjekte beschränkt. Die Möglichkeit der Erzeugung speziell von Geschwisterobjekten erlaubt aber die logische Abbildung von Verhältnissen, die in der Wirklichkeit häufig eine entscheidende Rolle spielen. So kann beispielsweise eine Person in den unterschiedlichen Rollen ihres Lebenszusammenhanges sehr unterschiedliche Wirkungen entfalten. Stirbt sie aber in einer dieser Rollen, steht sie auch in keiner anderen Rolle mehr zur Verfügung. Solche Verhältnisse müssen deshalb auch prozesslogisch darstellbar sein.⁴¹

Weitere formale Vorkehrungen zur Darstellung von Kontrollstrukturen sind in der OPL nicht vorgesehen, denn alle hierzu notwendigen prozesslogischen Zusammenhänge lassen sich auf diese Weise bereits darstellen.

8. Verlaufsalternativen

Die Wirklichkeit, in der wir uns orientieren müssen, konfrontiert uns mit einer weiteren Besonderheit, mit der wir im Alltag meist ohne Schwierigkeiten umgehen, die aber in der abendländischen Logik bisher nie eine explizite Erwähnung fand. Dies betrifft die subjektive Interpretation von Geschehnissen, derer wir uns zwar bewusst, aber nicht sicher sind, ob unsere jeweils eigene Auffassung auch tatsächlich der Wirklichkeit entspricht. Beispielsweise zahlt ein bekannter Kunde plötzlich nicht mehr die gelieferte Ware. Führt er etwas gegen uns im Schilde und will die geschuldete Summe als Pfand einsetzen? Ist er womöglich zahlungsunfähig und kann gar nicht bezahlen? In solchen Situationen gewinnen wir provisorisch Sicherheit, indem wir verschiedene Handlungsalternativen durchspielen. Um die unsicheren Varianten dennoch am Ende wieder zu einer realisierbaren, d.h. einheitlichen Orientierung zusammenzuführen, konstruieren wir uns häufig ein Ergebnis, das sich auch – wegen der bestehenden Unsicherheiten – über mehrere, alternative Wege erreichen lässt.

Die OPL kann solche alternativen Prozessverläufe innerhalb einer Gesamt-Schlussfolge abbilden. In ihrem Verlauf ergeben sich zunächst Spaltungen als Folge der unsicheren Alternativen einer zunächst eindeutigen Prozesseinheit. Diese Verlaufsalternativen können, müssen aber nicht im weiteren Verlauf wieder zusammengeführt werden:

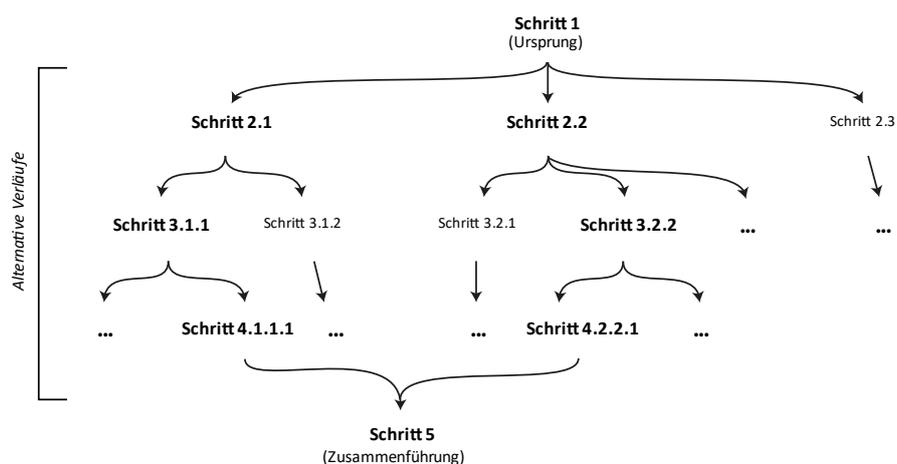


Abb. 2: Spaltung und Zusammenführung alternativer Verläufe

⁴¹ Sehr eindrückliche Fälle solcher Abhängigkeit auf der molekularbiologischen Ebene schildert Denis Noble in Noble [2017], S. 69ff.

Wir sehen hier mehrere alternative Verläufe, von denen einige nicht weiterverfolgt werden, dargestellt durch ‚...‘. Zwei Verlaufsstränge führen am Ende aber wieder zusammen, und zwar jener über die Schritte {1, 2.1, 3.1.1, 4.1.1.1, 5} und der andere über {1, 2.2, 3.2.2, 4.2.2.1, 5}. Zustandslogiken können solche alternativen Spaltungen und ggfls. Zusammenführungen kaum darstellen, weil Zustände *per definitionem* keine Entwicklungen abbilden können.

9. Koppelung wirkungslogischer und zustandslogischer Ausdrücke

Eingangs erwähnten wir bereits, dass sich prozess- und zustandslogische Ausdrücke ergänzen können. Aus der praktischen Perspektive der Anwendung logischer Formalismen ist dies sogar eine Notwendigkeit, wenn wir Wirklichkeit umfassend modellieren wollen. Zwar beansprucht die OPL, den primären Zugang nicht nur des Menschen, sondern auch aller höheren Tiere zur Welt abzubilden. Dennoch sind auch Zustandsfeststellungen für jedes Lebewesen unverzichtbar. Bereits ein Einhornchen, das irgendwo Eichel in einer Erdhöhle versteckt, muss sich nicht nur die Lage der Höhle, sondern auch die simple Tatsache merken, dass dort überhaupt Eichel liegen. Das sind wichtige Zustandsinformationen. Ausdrücke der OPL und der traditionell zustandslogischen Systeme lassen sich diesbezüglich leicht mischen.

Die Frage ist allerdings, wie man überhaupt Zustände aus Prozesssträngen und umgekehrt gewinnen kann. Bereits eine kurze Überlegung hierzu zeigt, in welchen unterschiedlichen Welten sich das Prozessdenken und das Zustandsdenken bewegen. Zwar führen Prozesse, um überhaupt als *einzelne* Prozesse behandelt werden zu können, immer von einem Anfangs- zu einem Endpunkt, wobei diese Begrenzungen jeweils Objekte mit mehr oder weniger bestimmten Zustandseigenschaften sind.⁴² Dennoch ergibt sich aus dem Formalismus der OPL nirgends ein Zustand, und aus den Zuständen z.B. einer Prädikatenlogik ergibt sich umgekehrt nirgends ein Wirkungsverhältnis. Das jeweils fehlende Element muss im Falle eines logischen Systemwechsels folglich immer *ad hoc* eingeführt werden. Eine solche Einführung sollte folglich auch immer mit einer deutlichen Markierung des jeweiligen Systemwechsels einhergehen.

Als Zeichen für den Wechsel des logischen Systems schlage ich folgendes vor: ‚|^{OPL}‘ beim Wechsel zur OPL bzw. ‚|^P‘ beim Wechsel z.B. zur Prädikatenlogik. Konkret könnte dies z.B. so aussehen:

1. ... $\curvearrowright K[a] \Rightarrow \curvearrowright b$ | Ein initiales OPL-Statement
2. $L[b] \Rightarrow |^P F(b) \in X$ | Wechsel zur Prädikatenlogik nach dem Wirkungsoperator
3. $\forall(x) : G(x)$ | Prädikatenlogischer Fortgang der Ausdrucksfolge
4. $\therefore F(b) \wedge G(x)$ | Prädikatenlogische Schlussfolgerung aus 3.
5. $F(b) \wedge G(x) |^{OPL} \Rightarrow \dots$ | Neuerlicher Wechsel zur OPL

Ein solcher Wechsel erfordert sicherlich genaues Hinschauen, um sich immer im Klaren darüber zu sein, auf welche Ausdrucksebene man sich gerade bewegt. Durch die graphische Unterscheidung von eckiger und runder Klammerung der jeweiligen Objekte ist dies intuitiv aber etwas erleichtert.

10. Funktionale Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit der OPL

Seit der Erfindung der mathematischen Logik, beginnend im späten 19. Jahrhundert, müssen formallogische Systeme ihre Tauglichkeit, d.h. die Geltungskraft ihrer Schlüsse, durch das Bestehen verschiedener formaler Prüfungen unter Beweis stellen. Die beiden wichtigsten dieser Tauglichkeitsprüfungen sind unter den Bezeichnungen ‚Funktionale Vollständigkeit‘ und ‚Widerspruchsfreiheit‘ bekannt. Logiker sind jedoch, trotz der Rigidität ihrer Geltungsansprüche, insgesamt erstaunlich tolerante Menschen, wenn es darum geht, auch Abweichler zu Wort kommen zu lassen. So gibt es inzwischen unüberschaubar viele logische Ansätze, die eine oder beide der oben genannten Anforderungen nicht erfüllen und dennoch ihre praktische Berechtigung haben.⁴³ Die Frage ist folglich, ob bzw. in welchem Umfange die hier

⁴² Siehe hierzu ausführlich Sohst [2016], S. 123ff..

⁴³ Einen sehr guten Überblick über die erstaunliche Vielzahl solcher Ansätze gibt Priest [2001].

vorgestellte Prozesslogik überhaupt die Möglichkeit zum Beweis ihrer funktionalen Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit bietet.

10.1 Funktionale Vollständigkeit

Man nennt eine Menge von Konnektiven genau dann funktional vollständig, wenn sich mit Hilfe dieser Konnektive alle anderen Konnektive einer bestimmten formalen Sprache ausdrücken lassen. Dabei ist es gleichgültig, ob die Gesamtmenge der Konnektive einstellige oder mehrstellige Konnektive enthält. Die funktionale Vollständigkeit ist also das Ergebnis einer Art Kompression: Eine beliebige Menge logischer Konnektive kann dergestalt auf eine geringere Anzahl reduziert werden, dass sich aus der Funktionalität der verbleibenden Elemente dieser Teilmenge alle übrigen Konnektive ableiten lassen.⁴⁴ Im Falle der OPL sehe ich allerdings nicht, wie sich die vorstehend eingeführten Konnektive reduzieren lassen können. Wir haben sie ja konstruktiv eingeführt, d.h. nacheinander infolge von Überlegungen, welche weiteren formalen Operationen zur Abbildung einer prozesshaften Wirklichkeit notwendig sind. Keines der daraufhin eingeführten Konnektiv hätte ich eingeführt, wenn es sich unter Anwendung der bereits gegebenen Zeichenmenge darstellen ließe.

Die OPL ist damit im Vergleich z.B. zur elementaren Aussagenlogik ein aufwändiges System, denn sie verlangt eine größere Anzahl von Konnektiven und weiteren syntaktischen Zeichen als die Aussagenlogik. Im Vergleich mit anderen, komplexeren klassischen logischen Sprachen fällt der Vergleich allerdings schon moderater aus. Die um Quantoren erweiterte Prädikatenlogik und die üblichen modallogischen Systeme sind auch nicht einfacher konstruiert als die OPL.

Der Begriff der funktionalen Vollständigkeit hat allerdings noch eine weitere Bedeutung, die über die einfache Verkleinerung der Menge der Konnektive deutlich hinausgeht. In mehrwertigen logischen Systemen ist es nämlich fraglich, ob grundsätzlich die Möglichkeit besteht, die n Junktoren solcher Systeme durch eine deutliche kleinere Menge oder sogar nur durch einen einzigen Junktor darzustellen. Tatsächlich konnte Peter Markmann⁴⁵ kürzlich zeigen, dass sich in jedem n -wertigen logischen Gatter ein zentraler Junktor bestimmen lässt, mit dessen Hilfe unter im Wege zahlreicher systematischer Umformungen alle anderen Junktoren eines solchen Gatters darstellbar sind. Für die OPL ist dies allerdings zunächst ohne Bedeutung, da sie objektsprachliche überhaupt nicht mit Werten arbeitet. Die Frage der funktionalen Vollständigkeit der OPL ist somit insofern abschlägig zu beantworten, insofern eine Reduktion der Menge der vorstehend eingeführten Konnektive nicht möglich ist. Andererseits entfällt die Notwendigkeit des funktionalen Vollständigkeitsbeweises in seiner klassischen Form schon deshalb, weil in der OPL gar keine Wahrheitswerte verwendet werden.

10.2 Widerspruchsfreiheit

Ein logisches System ist widerspruchsfrei, wenn aus ihm kein wahrer Ausdruck und zugleich dessen Negation abgeleitet werden kann. Dieser Begriff der Widerspruchsfreiheit oder Konsistenz ist auf die OPL aber schon deshalb nicht anwendbar, weil sie nicht mit Wahrheitswerten arbeitet. In einem etwas schwächeren Sinn muss die Widerspruchsfreiheit aber auch für Kalküle wie die OPL gelten, und zwar ungefähr in dem Sinn, wie wir auch in der empirischen Wirklichkeit davon ausgehen, dass sie physisch, biologisch etc. konsistent ist. Ein solches Konsistenzaxiom liegt dem gesamten modernen Begriff der Naturwissenschaften zugrunde.

⁴⁴ Für die elementare Aussagenlogik ist eine solche Reduktion sogar auf ein einziges Konnektiv möglich. Diese bezeichnet man als Sheffer-Funktionen. Innerhalb der 16 Junktoren der zweiwertig-zweistelligen Aussagenlogik gibt es sogar gleich zwei solcher Sheffer-Funktionen, nämlich den NAND- und den NOR-Junktor.

⁴⁵ Noch unveröffentlichte Arbeit. Ich habe mit ihm zusammen allerdings über mehr als zwei Jahre die Systematik der Umformung n -wertiger logischer Gatter untersucht und mir von ihm zeigen lassen, dass *jedes* solche Gatter sich durch einen einzigen sog. Generalschlüssel-Junktor darstellen lässt.

Dieser Begriff lässt sich nicht nur auf die OPL anwenden; sie erfüllt das entsprechende Gebot auch. Da nun alle Logik und folglich auch die OPL nur erkenntnistheoretische Werkzeuge sind, ihre Ausdrücke folglich keinen unmittelbaren ontologischen Geltungsanspruch haben, kann es nur vom Regelwerk zur Bildung wohlgeformter Ausdrücke abhängen, ob eine Logik widerspruchsfrei ist oder nicht. Da bei der OPL jedoch die Wahrheitswerte und somit auch die zustandslogischen Schlussfolgerungen nicht zum Zuge kommen, sind hier die Möglichkeiten zur Bildung inkonsistenter Ausdrücke sogar noch in geringerem Umfang gegeben als in den traditionellen Logiken. Es fallen nämlich all jene spezifischen Widersprüchlichkeiten weg, die überhaupt nur in kombiniert zustandslogischen und wahrheitswertenden Logiken auftreten können. Was übrig bleibt, sind mögliche Uneindeutigkeiten in der Syntax und den Funktionsregeln der einzelnen Elemente der OPL. Auch wenn ich mich hier um größtmögliche Eindeutigkeit und Einfachheit bemüht habe, kann ich sicher nicht ausschließen, dass hier noch Korrekturbedarf besteht. Der ließe sich allerdings immer durch entsprechende Nachbesserungen in der Definition der Syntax und der elementaren Funktionen anbringen.

Ich meine deshalb, dass sich die OPL solange als konsistent charakterisieren lässt, wie keine Widersprüchlichkeit von ihr bekannt ist und sich grundsätzlich behaupten lässt, dass selbst bei Auftreten solcher Widersprüche diese durch eine Nachbesserung ihres formalen Regelwerks beseitigen lassen.

11. Ist die OPL überhaupt eine Logik?

In Anbetracht der wesentlichen Abweichungen der OPL hinsichtlich ihrer Grundformen und -prinzipien von den traditionellen Logiken – vor allem: völliger Verzicht auf zwei- oder mehrwertige Wahrheitswerte von Aussagen als Grundlage der logischen Umformung und abschließenden Bewertung – stellt sich die Frage, ob es sich bei der OPL überhaupt um eine Logik handelt. Eine Antwort darauf hängt davon ab, was man zum Wesen oder den unverzichtbaren (kategoriematischen) Attributen logischer Aussagensysteme erklärt. Wer darauf besteht, dass formale logische Systeme genau diejenigen Merkmale aufweisen müssen, die hier wohlüberlegt zugunsten anderer Möglichkeiten aufgegeben wurden, wird sicherlich bestreiten, dass es sich bei der OPL um eine formale Logik handelt. Es gibt jedoch gute Gründe, sich nicht einem solchen Dogmatismus zu unterwerfen.

Die Frage, ob die OPL eine Logik ist, wird man letztlich nur dadurch beantworten können, dass man eine bestimmte Definition des Begriffs ‚formales logisches Aussagensystem‘ zugrunde legt. Was zunächst wie eine unlösbare Aufgabe aussieht, weil sie so viele Antworten erlaubt, stellt sich jedoch als durchaus bewältigbar heraus, wenn man umgekehrt, d.h. negativ an einen solchen Definitionsversuch herangeht: Was kann ein formales logisches Aussagensystem sicherlich *nicht* sein, und zwar einfach aus dem Grunde, weil es die damit verbundenen Erwartungen schlicht nicht erfüllen kann? Aus dieser negativen Perspektive zeigt sich, dass ein gerne verwendetes Kriterium zur Definition von Logik⁴⁶ in Wirklichkeit nicht taugt: Häufig heißt es, Logik sei die Grundlage des richtigen Denkens. Das Attribut ‚richtig‘ kann in diesem Zusammenhang allerdings zweierlei bedeuten: einmal die rein formale innere Widerspruchlosigkeit einer Kette verknüpfter Aussagen, und zum anderen die ontologisch mit der außersprachlichen Wirklichkeit korrespondierende Geltung der Bewertungen und Schlussfolgerungen traditioneller Logik. Die traditionellen Logiken leisten allerdings nur ersteres, und dies tut auch die OPL. Hieraus folgt also kein Grund, der OPL ihren Status als Logik zu verweigern. Was dagegen die Korrespondenz mit der außersprachlichen Wirklichkeit angeht, sind weder die traditionellen Logiken noch die OPL imstande, dies zu leisten oder gar zu garantieren. Formale Aussagensysteme sind gegenüber der außersprachlichen Wirklichkeit grundsätzlich indifferent. Keine Logik, weder die traditionellen Arten noch die OPL, kann etwas über die Wirklichkeit aussagen. Darin lag bereits der Kardinalfehler des Anselm’schen Gottesbeweises, und G.E. Moores Feststellung⁴⁷, dass sich von einer Tatsachenaussage nie auf deren ethische Qualität schließen lasse, gilt ganz allgemein auch für jede logische Aussage: Was logisch

⁴⁶ Ich verwende hier den Ausdruck ‚Logik‘ als Abkürzung für ‚formales logisches Aussagensystem‘.

⁴⁷ Siehe Moore [1996], S. 77ff.

schlüssig, fehlerfrei oder gültig ist, sagt noch lange nichts über den ontologischen Status einer solchen Aussage. Auch dieses Kriterium taugt also nicht zur Klärung der Frage, ob die OPL überhaupt eine Logik sei.

Wenn die Logik aber zumindest keine unmittelbare empirische Erkenntnishilfe ist, so bleibt eigentlich nur eine einzige andere Erklärung, weshalb wir sie überhaupt so hochschätzen. Diese Erklärung beruft sich auf eine Richtung der Bedeutungstheorien der Sprache, die gemeinhin als ‚Gebrauchstheorie der Sprache‘ bezeichnet wird.⁴⁸ Dieser Sicht auf die menschliche Sprache zufolge geht es einem ihrer einflussreichsten Vertreter, Robert B. Brandom, wesentlich darum zu verstehen, wie Sprache als Mittel der Schaffung symbolisch basierter, sozialer Verbindlichkeit dient. Wir können im Gespräch andere Menschen mit den von uns geltend gemachten Tatsachenbehauptungen nur dann dazu bringen, diese Behauptungen zu akzeptieren und sich entsprechend konform zu verhalten, wenn unser Tatsachenvortrag hinreichend plausibel ist. Genau hier nun kommt die Logik als eines der wichtigsten Werkzeuge zur Erzeugung kommunikativer Verbindlichkeit ins Spiel. Sprachliche Kommunikation bringt häufig eine Verkettung unzähliger Begriffe und impliziter Behauptungen mit sich, die in einem konkreten Gespräch unmöglich empirisch verifiziert werden können. Um aber als Empfänger entsprechender Mitteilungen dennoch ein Mindestmaß an Plausibilität prüfen zu können, müssen wir uns häufig darauf beschränken, lediglich die innere Widerspruchsfreiheit der geltend gemachten Aussagen untersuchen zu können. Genau dies ist auch ein guter Kandidat für die Definition formaler logischer Aussagensysteme überhaupt: Eine Logik ist folglich jedes solche Aussagensystem, dass sich für eine solche Plausibilitätsprüfung eignet.

Unter Zugrundelegung dieses Kriteriums bin ich der Auffassung, dass die OPL ebenso wie die traditionellen Logiken ein echtes formales Aussagensystem ist. Das genannte Kriterium ist auch nicht zu weit: Die Mathematik beispielsweise taugt keineswegs in dem umfassenden Sinne wie formallogische Aussagensysteme zur Plausibilisierung gemeinsprachlicher Ausdrücke. Sie erfüllt diese Aussage bestenfalls in arithmetischen Behauptungszusammenhängen. Darüber hinausgehende mathematische Konstrukte sind in der Alltagskommunikation kein Werkzeug der Gültigkeitsprüfung allgemeiner Aussagen.

Eine andere Frage wäre, ob die OPL nicht eher den Programmiersprachen für digitale Prozessoren ähnelt. Diese sind zwar auch formale Sprachen, aber keine Aussagensysteme. Programmiersprachen sind vielmehr Kommandosysteme; sie steuern das Verhalten von Maschinen. Dazu implementieren sie hilfsweise und nur unter anderem auch die Grundsätze formaler Logiken. Dies ist aber nur Mittel für einen insgesamt anderen, nämlich praktischen Zweck. In dieser Hinsicht verhält es sich mit der OPL wie mit den traditionellen Logiken: Sie ist an sich selbst nicht praktisch orientiert, kann aber ohne weiteres ebenfalls in Programmiersprachen implementiert werden.

In diesem Sinne meine ich, mit der OPL tatsächlich ein formallogisches Aussagensystem vorgestellt zu haben.

⁴⁸ Einer ihrer einflussreichsten zeitgenössischen Vertreter ist Robert B. Brandom, den ich in dieser Hinsicht sehr schätze, siehe vor allem Brandom [1994].

Bibliographie

- Aristoteles [1991]: *Metaphysik*. Kommentierte griechisch-deutsche Ausgabe in zwei Bänden. Felix Meiner Verlag, Hamburg 1991
- Aristoteles [1995]: *Philosophische Schriften*. In sechs Bänden. Felix Meiner Verlag, Hamburg 1995
- Brandt, Robert B. (1994): *Making It Explicit: Reasoning, Representing, and Discursive Commitment*, Harvard University Press, Cambridge (MA) 1994.
- Cauley, Kathleen M. [1986]: *Studying Knowledge Acquisition: Distinctions among Procedural, Conceptual and Logical Knowledge*. Paper presented at the 67th Annual Meeting of the American Educational Research Association (San Francisco, CA, 16.-20. April 1986), im Internet abrufbar unter: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED278682.pdf> (letzter Zugriff: 24.11.2017)
- Dewey, James [2002]: *Logik. Die Theorie der Forschung*. Aus dem Englischen von Martin Suhr. Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main 2002. Titel der engl. Originalausgabe: *Logic. The Theory of Inquiry*. Southern Illinois University Press, Carbondale 1986.
- Harel, David / Kozen, Dexter [1982]: *Process Logic: Expressiveness, Decidability, Completeness*. In: Journal of Computer and System Sciences, Vol. 25 Nr. 2 (1982), S. 144-180.
- Knijnenburg,, P.M.W. / Leeuwen, J. van / Parikh, Rohit [1991]: *On models for propositional dynamic logic*. In: Theoretical Computer Science 91 (1991), S. 181-203.
- Kutschera, Franz v. / Breitkopf, Alfred [1971]: *Einführung in die moderne Logik*. Reihe Kolleg Philosophie, Alber Verlag, Freiburg ⁵1985
- Moore, George Edward [1996]: *Principia Ethica*. Erweiterte dt. Ausgabe, Verlag Philipp Reclam jun., Stuttgart 1996. Titel der engl. Originalausgabe: *Principia Ethica*, Cambridge University Press 1903.
- Noble, Denis [2017]: *Dance to the Tune of Life. Biological Relativity*. Cambridge University Press, Cambridge (UK) 2017.
- Priest, Graham [2001]: *An Introduction to Non-Classical Logic. From If to Is*. Cambridge University Press, Cambridge (UK) ²2008.
- Schneider, Ulrich Johannes [2001]: *Foucaults Analyse der Wahrheitsproduktion*. In: Französische Nachkriegsphilosophie: Autoren und Positionen, Hg.: Günter Abel, Berlin Verlag Arno Spitz GmbH / Nomos Verlagsgesellschaft, Berlin 2001.
- Sohst, Wolfgang [2016]: *Reale Möglichkeit. Eine allgemeine Theorie des Werdens*. Xenomoi Verlag, Berlin 2016.
- Stadler, M.A. [1989]. *On Learning Complex Procedural Knowledge*. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, Vol.15, No. 6, S. 1061-1069.
- Tarski, Alfred [1944]: *The Semantic Conception of Truth and the Foundation of Semantics*. In: Philosophy and Phenomenological Research No. 4 (1944), online abrufbar unter: <http://www.ditext.com/tarski/tarski.html>
- Troquard, Nicolas / Balbiani, Philippe [2015]: *Propositional Dynamic Logic*, in: The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2015 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/spr2015/entries/logic-dynamic/>.
- Wittgenstein, Ludwig [1993]: *Werkausgabe*. In acht Bänden. Reihe Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft, Bd. 501ff., Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main ⁹1993.

Anhang: Liste der in der OPL verwendeten Zeichen

Allgemeine Zeichen:

P[x]	Aktionszeichen
\Rightarrow	positiver Wirkoperator (zweistellig)
\nRightarrow	negativer Wirkoperator (zweistellig)
\Leftarrow	positiver Wirkoperator (einstellig)
\nLeftarrow	negativer Wirkoperator (einstellig)
...	Anschlusszeichen
\curvearrowright	positiver Verfügbarkeitsoperator (einstellig, d.h. „Entstehung“)
\curvearrowleft	negativer Verfügbarkeitsoperator (einstellig, d.h. „Vergehen“)

Relationale Indikatoren:

$\Rightarrow_{R+/-}$	Subskript für die positive bzw. negative Reflexivität
\Rightarrow_K	Subskript für die Kommutativität
\Rightarrow_D	Subskript für die Distributivität
$\Rightarrow_{\neg T}$	Subskript für die Negation der Transitivität
\Rightarrow_{-} (<Kennzeichner>)	für die Aufhebung einer relationalen Kennzeichnung.

Verschmelzung / Aufspaltung:

\oplus	Verschmelzungsoperator
\oslash	Aufspaltungsoperator

Koppelungszeichen:

$ ^P$	Sprachwechsel zur Prädikatenlogik
$ ^{OPL}$	Sprachwechsel zur OPL