Zeitschrift: Studia philosophica : Schweizerische Zeitschrift für Philosophie = Revue suisse de philosophie = Rivista svizzera della filosofia = Swiss journal of philosophy

Herausgeber: Schweizerische Philosophische Gesellschaft

Band: 60 (2001)

Artikel: Die verschiedenen Logiken von Gedächtnis und Voraussicht

Autor: Groneberg, Michael

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-882922

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 03.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Studia philosophica 60/2001

MICHAEL GRONEBERG

Die verschiedenen Logiken von Gedächtnis und Voraussicht

The view is defended that indeterminism implies non-bivalence and that this is the best way to formulate the difference between past and future, or – on the logical level – between memory and prediction. Thomason's logical system, which combines a logic of TV-gaps and supervaluations, is presented as the best formalisation of our prospective and retrospective intuitions concerning the truth of predictions.

I. Die Fragen

«Wann sind Voraussagen wahr?» Es ist hiermit nicht nur gefragt, *unter welchen Bedingungen* Aussagen über die Zukunft wahr sind, sondern tatsächlich: *wann* sie es sind. Der traditionellen, auf Aristoteles zurückgehenden Position zufolge nehmen Aussagen über zukünftige kontingente Ereignisse erst ab einem bestimmten Zeitpunkt einen Wahrheitswert an. Nach der auf Peirce rekurrierenden Auffassung, dass die Vergangenheit der Bereich des Faktischen und die Zukunft der Bereich des Möglichen und Notwendigen ist, wäre die Voraussage, dass es am soundsovielten eines bestimmten Jahres eine Seeschlacht geben wird, bis zu dem Zeitpunkt, da die Sache entschieden ist, falsch, und ab diesem Zeitpunkt wahr.

Die Untersuchung dieser logischen Problematik soll von der Reflexion des Leistungsvermögens logischer Analysen in Bezug auf grundlegende philosophische Probleme begleitet werden. An einem Extrem findet sich die Hoffnung, dass mit formalen Mitteln und modernen logischen Systemen manche traditionellen philosophischen Probleme tatsächlich gelöst werden können. Schließlich erlaubt die moderne Logik Differenzierungen, die bis dato nicht formulierbar waren, und in der Regel werden Widersprüche durch Differenzierung behoben. Den Gegenpol bildet die skeptische Vermutung, dass uns logische Analysen

zwar zu neuen Formulierungen der Probleme führen, aber nicht helfen können, diese zu lösen. Die moderate Position sieht die Wahrheit in der Mitte: Wir dürfen nicht erwarten, dass irgendeine Logik uns hilft, Probleme zu lösen, die so alt sind wie die Geschichte unseres Denkens. Andererseits hat die Neuformulierung einen hohen hermeneutischen Wert, sie hilft, die gegenläufigen Intuitionen und damit die gesamte Problematik präziser zu formulieren und besser zu verstehen.

Die Frage der Vereinbarkeit von freiem Willen und Determinismus, unstrittig ein fundamentales philosophisches Problem, soll als Beispiel dienen. Peter van Inwagen hat die gegenläufigen Intuitionen formalisiert und ihre Unvereinbarkeit bewiesen. Seine Argumentation ist schlüssig und seine Prämissen sind nicht inakzeptabel. Das Problem wäre also gelöst, wenn die vorausgesetzte Logik von allen Seiten Zustimmung fände. Wählt man jedoch andere Logiken – in diesem Falle handelt es sich um alternative Logiken kontrafaktischer Konditionale – dann lässt sich die eine oder andere Prämisse des Beweises angreifen und als falsch erweisen. Es zeigt sich dabei, dass die gewählte Logik bereits von einer Vorentscheidung für oder gegen den Determinismus abhängt. Charakterisieren wir ein Fundamentalproblem als Widerstreit zweier gegensätzlicher und ähnlich stark begründeter Intuitionen. Dann lässt sich vermuten, dass uns die Logik deshalb nicht zu einer Lösung verhelfen kann, weil es immer mindestens zwei logische Systeme gibt, zwischen denen wir uns entscheiden müssen, wobei der Widerstreit der Intuitionen auf einem Niveau liegt, das dieser Entscheidung vorgängig ist und nicht zulässt, eine Logik als die einzig richtige (oder für beide Seiten akzeptable) zu erweisen. Wer vom Determinismus überzeugt ist, für den macht nur eine mit dem Determinismus kompatible Logik Sinn und mit dieser ist die Unvereinbarkeit von Freiheit und Determinismus nicht beweisbar. Wer von der Inkompatibilität von Freiheit und Determinismus überzeugt ist und einen indeterministischen Freiheitsbegriff vertritt, kann *sich* die Inkompatibilität beweisen, d. h. mit einer Logik, die für Deterministen inakzeptabel ist.

Diese Erfahrung ist nur eine unter vielen und sie motiviert eine gewisse skeptische Vorhersage. Extrapolieren wir die Geschichte der Problemlösungsversuche in die Zukunft, dann kann das in diesem Text zur Debatte stehende Problem der Vereinbarkeit von (indeterministisch gedachter) Freiheit und Wahrheit durch logische Analysen voraussichtlich nur präzisiert und besser verstanden, nicht aber gelöst werden. Nennen wir diese Hypothese aufgrund ihrer Blickrichtung *retrospektiv*. Die konträre *prospektive* Position ist die (vielleicht idealistische, vielleicht

trotzige) der Hoffnung, die logische Analyse könne dennoch zu einer Lösung führen.

Knapp formuliert handelt es sich im Folgenden um die Frage, ob ein indeterministischer Freiheitsbegriff die Einschränkung des *Bivalenzprinzips* erfordert. Dabei steht die Vereinbarkeit von Determinismus und Freiheit nicht mehr zur Debatte, sondern es wird angenommen, dass Freiheit Indeterminismus impliziere. Dieser bedeutet, dass es nicht nur eine Zukunft, sondern mehrere mögliche Verläufe der Zukunft gibt. Die Frage ist, ob dies zu dem Schluss nötigt, dass Aussagen über künftige Ereignisse weder wahr noch falsch sind, solange die Ereignisse kontingent sind.

Gäbe es die Begriffe von Freiheit und Zufall nicht, hätten wir kein Problem. Aristoteles führt die Annahme, alle Aussagen über die Zukunft seien immer schon wahr oder falsch, mit der evidenten Existenz von zufälligen Ereignissen und freien Handlungen ad absurdum.[1] Wenn eine Aussage über ein künftiges singuläres Ereignis zum Zeitpunkt der Äußerung wahr oder falsch ist, dann – so unterstellt er – wird das Ereignis mit Notwendigkeit eintreten bzw. nicht eintreten. Die Annahme, *alle* derartigen Aussagen seien wahr oder falsch, sei absurd, da dann alles, was geschehen wird, mit Notwendigkeit geschehen wird, was den Einfluss von menschlichem Willen und Zufall ausschließe.

Vergegenwärtigen wir uns die zuwiderlaufenden Intuitionen an dem Beispiel, das Aristoteles als Intuitionspumpe verwendet. Es handelt sich um die Seeschlacht von Salamis, die am 28. September 480 v. Chr. stattgefunden hat. Wir sind aufgefordert, uns in die Perspektive des Vorabends zu versetzen und anzunehmen, dass indeterminiert sei, ob am folgenden Tag eine Seeschlacht stattfindet oder nicht. Dies hänge u. a. davon ab, wie die Kriegsherren, die sich im Generalstabszelt versammelt haben, entscheiden werden. Nehmen wir weiterhin an, zwei Soldaten, die vor dem Zelt der beratenden Kriegsherren Wache stehen, schließen eine Wette ab: der eine behauptet, dass am folgenden Tag eine Seeschlacht geführt werde, der andere meint das Gegenteil. Nach Aristoteles' Ansicht ist jede der beiden Propositionen weder wahr noch falsch, solange die Entscheidung nicht gefallen ist: Das Bivalenzprinzip gilt für diese Vorhersagen nicht. Dennoch ist es notwendig wahr, dass am Folgetag eine Seeschlacht stattfindet oder nicht stattfindet: Das Prinzip des ausgeschlossenen Dritten bleibt erhalten.

1 ARISTOTELES, *Peri Hermeneias*, Kap. 9.

Die Intuition ist deutlich: Ein Lauf der Dinge kann es wahr machen, dass die Proposition s, dass am 28. 9. 480 v. Chr. eine Seeschlacht geführt wird, wahr wird, ein anderer Lauf der Dinge kann aber wahr machen, dass Proposition und Äußerung falsch und das kontradiktorische Gegenteil ¬s, dass am 28. 9. 480 v. Chr. keine Seeschlacht geführt wird, wahr werden. Es ist nicht nur epistemisch, sondern tatsächlich ontologisch offen, ob s wahr oder falsch ist. Wäre einer der kontradiktorischen Sätze, sagen wir s, bereits wahr, dann müsste das, was er besagt, eintreten, und das Gegenteil wäre nicht mehr möglich.

Versetzen wir uns nun jedoch in die Situation zwei Tage danach und blicken wir auf die Ereignisse zurück, eine Perspektive, die bei Aristoteles fehlt. Die Schlacht hat stattgefunden. Einer der beiden Soldaten, derjenige, der s behauptet hat, hat die Wette gewonnen. Würden wir nicht sagen, er habe recht gehabt und seine Aussage, dass eine Seeschlacht stattfinden würde, sei bereits zum Zeitpunkt der Äußerung wahr gewesen? Diese Intuition, durch den retrospektiven Standpunkt motiviert, steht der prospektiven entgegen, dass die Proposition erst mit der Entscheidung der Kriegsherren wahr wurde. Aber wie kann eine Proposition zum gleichen Zeitpunkt weder wahr noch falsch (prospektiver Standpunkt) und wahr (retrospektiver Standpunkt) sein? Dies ist das Problem hinter der Fragestellung: Wann ist eine Voraussage wahr?

II. Inspiration der Logik

Das Problem wird im Rahmen der Entwicklung moderner Logiken pertinent. Gerade das Seeschlachtkapitel hat immer wieder die Entwicklung alternativer Logiken inspiriert. Bei Ch. S. Peirce finden sich Ansätze zur Entwicklung einer dreiwertigen Logik, aber es blieb bei der Untersuchung der verschiedenen möglichen Junktoren-Matrizen für drei Wahrheitswerte. Jan Lukasiewicz hat sich seit den 20er Jahren des 20. Jh. durch die aristotelischen Überlegungen dazu bewegen lassen, eine dreiwertige und später mehrwertige Logiken zu entwickeln. Er hat zudem als Erster den Unterschied zwischen dem *Prinzip des ausgeschlossenen Dritten* und dem semantischen *Prinzip der Bivalenz* deutlich formuliert. Das Prinzip des ausgeschlossenen Dritten ist syntaktisch formulierbar: es ist These der Aussagenlogik, dass p oder ¬p:

$\models p \vee \neg p$.[2] Das Prinzip der Bivalenz spricht dagegen von Wahrheitswerten: es gibt genau die zwei Wahrheitswerte *wahr* (w, 1) und *falsch* (f, 0) und jede Proposition ist wahr oder falsch: $\forall p\ (V(p) = w \vee V(p) = f)$.

Lukasiewicz schließt sich Aristoteles' Auffassung an, dass für Aussagen über künftige kontingente Ereignisse das Prinzip der Bivalenz nicht gilt, das Prinzip des ausgeschlossenen Dritten jedoch sehr wohl. Eine entsprechende Logik zu entwickeln, ist jedoch nicht trivial und gelingt auch Lukasiewicz nicht.

Seine Position ist in zweierlei Hinsicht problematisch. Er postuliert einerseits als «objektives Korrelat» der Wahrheit eines Satzes (zu einem Zeitpunkt), dass das von ihm bezeichnete Ereignis (zu diesem Zeitpunkt) determiniert sei. Darüber hinaus räumt Lukasiewicz jedoch auch Sätzen über Vergangenes ein, weder wahr noch falsch sein zu können, nämlich dann, wenn die entsprechenden Ereignisse gegenwärtig nicht mehr wirksam sind.

> «Das Weltdrama ist nicht ein schon längst fertiggestellter Film. [...] Wir selbst können die Zukunft der Welt entsprechend unseren Absichten gestalten. [...] Aber auch die Vergangenheit sollten wir nicht anders als die Zukunft behandeln. Wenn nur der Teil der Zukunft wirklich ist, der im gegenwärtigen Augenblick schon kausal bestimmt ist, und wenn Kausalketten, die in der Zukunft beginnen, dem Bereich der Möglichkeit angehören, dann sind auch nur die Teile der Vergangenheit wirklich, die mit ihren Wirkungen noch in die Gegenwart hineinreichen. Wenn ein vergangenes Ereignis keine Wirkungen hat, sondern auch ein allwissender Geist es aus dem, was jetzt geschieht, nicht mehr erschließen könnte, dann gehört es ebenfalls dem Bereich der Möglichkeit an. Von solchen Ereignissen können wir nicht sagen, daß sie stattgefunden haben, sondern nur, daß sie einmal möglich waren. [...] Die Zeit heilt unsere Wunden und bringt uns Gewissensruhe.»[3]

Diese Auffassung ist ungewöhnlich. Sie negiert das üblicherweise angenommene Charakteristikum des Vergangenen, nämlich seine Notwendigkeit im Sinne der Unabänderlichkeit: wenn etwas (zu einem Zeitpunkt t) geschehen ist, kann es nicht mehr geändert werden; es ist, um genau zu sein, für alle Zeitpunkte $t' \geq t$ zu-t'-unabänderlich gesche-

2 Die Ausdrücke «ausgeschlossenes Drittes» oder «ausgeschlossene Mitte» sind missverständlich, da sie dem Wortlaut nach von Wahrheitswerten zu sprechen scheinen, jedoch ein rein syntaktisches Prinzip bezeichnen.

3 J. LUKASIEWICZ, «Über den Determinismus», in: MENNE / OEFFENBERGER (Hg.), *Zur modernen Deutung der aristotelischen Logik III*, Hildesheim 1988, S. 20 f.

hen. Für Aussagen über die Vergangenheit gilt damit a fortiori das Bivalenzprinzip. Es wäre außerdem seltsam, wenn eine Aussage über ein Ereignis, die einmal wahr ist oder gewesen ist, irgendwann nicht mehr wahr wäre. Wenn es eine Asymmetrie zwischen Vergangenheit und Zukunft gibt, dann rührt sie daher, dass das Unbestimmte irgendwann bestimmt wird und nicht umgekehrt.

Dies scheint so unzweifelhaft, dass es als Kriterium einer guten Logik festgehalten werden kann: Ein Satz über ein datiertes Ereignis, der einmal wahr ist oder gewesen ist, wird es immer sein. Dasselbe gilt, wenn der Satz falsch ist. Im Allgemeinen:

(K1) Hat eine datierte Proposition über ein Ereignis irgendwann einen bestimmten Wahrheitswert, dann hat sie diesen von da an immer.

Aber stellen wir die merkwürdige Auffassung von Lukasiewicz über die Nicht-Bivalenz von Vergangenheitsaussagen, die zu einer anderen Formulierung der Differenz von Vergangenheit und Zukunft zwingen würde, zunächst zurück.

III. Mehrwertige Logiken

Lukasiewiczs drei- und später mehrwertige Logiken teilen mit den anderen in der zweiten Hälfte des 20. Jh. entwickelten mehrwertigen Logiksystemen einen Mangel, der im Folgenden kurz dargestellt sei. Es handelt sich um das Problem, dass die Wahrheitsfunktionalität der Junktoren bei mehr als zwei Wahrheitswerten die Aufgabe der Prinzipien des ausgeschlossenen Dritten und des Nichtwiderspruchs erzwingt, so dass eine angemessene Darstellung der klassischen anti-bivalenten Position unmöglich wird. Es sei am Beispiel der dreiwertigen Logik kurz dargestellt, woran dies liegt.

Das Prinzip der Wahrheitsfunktionalität besagt, dass der Wahrheitswert einer komplexen Aussage von den Wahrheitswerten der Teilaussagen abhängt, und zwar ausschließlich von diesen. Symbolisieren wir Wahrheit und Falschheit mit 1 und 0 und den dritten Wahrheitswert einer trivalenten Logik mit «½» (unbestimmt, indefinit).

Nehmen wir an, am Vorabend des 28. 9. 480 v. Chr. hätten die Aussagen «Morgen findet eine Seeschlacht statt» (p) und «Morgen Abend regnet es in Athen» (q) keinen bestimmten Wahrheitswert: $V(p) = ½$ und $V(q) = ½$. Dann sind auch die Negationen dieser Aussagen unbestimmt: $V(\neg p) = ½$ und $V(\neg q) = ½$. Dasselbe gilt für die Konjunktion

$p \wedge q$: «Morgen findet eine Seeschlacht statt und am Abend regnet es in Athen» und die Adjunktion $p \vee q$: «Morgen findet eine Seeschlacht statt oder am Abend regnet es in Athen».

Die Wahrheitstafel für diese Junktoren sieht im dreiwertigen Fall wie folgt aus:

p	$\neg p$	q	$p \vee q$	$p \wedge q$	$p \vee \neg p$	$p \wedge \neg p$
1	0	1	1	1	1	0
1	0	0	1	0	1	0
1	0	½	1	½	1	0
0	1	1	1	0	1	0
0	1	0	0	0	1	0
0	1	½	½	0	1	0
½	½	1	1	½	½	½
½	½	0	½	0	½	½
½	½	½	½	½	½	½

Die Spalten 4 und 5 definieren dreiwertige Adjunktion und Konjunktion, die letzten beiden Spalten sind Spezialfälle der Spalten 4 und 5, indem für q die Negation von p eingesetzt wird. Interessant ist nun die unterste Zeile: wenn der Wahrheitswert von zwei Aussagen unbestimmt ist, ist es auch der ihrer Adjunktion und ihrer Konjunktion. Dies gilt für beliebige Aussagen p und q, also auch dann, wenn wir für q die Negation von p einsetzen. Darin besteht gerade die Wahrheitsfunktionalität der Junktoren: der Wahrheitswert des komplexen Satzes hängt – je nach Junktor verschieden – nicht vom Inhalt der Teilsätze ab, sondern lediglich von ihrem Wahrheitswert. Damit ist nicht das gewünschte Resultat erzielt, dass $p \vee \neg p$ eine Tautologie (für alle Bewertungen wahr) und $p \wedge \neg p$ ein Selbstwiderspruch (immer falsch) ist.

An unserem Beispiel illustriert hieße dies, dass nach der dreiwertigen Logik «Morgen findet eine Seeschlacht statt und morgen findet keine Seeschlacht statt» ($s \wedge \neg s$) nicht selbstwidersprüchlich, sondern unentschieden und die Adjunktion «Morgen findet eine Seeschlacht statt oder morgen findet keine Seeschlacht statt» ($s \vee \neg s$) nicht logisch wahr, sondern ebenfalls indefinit wäre.

Wie bereits erwähnt, vertrat Aristoteles die Einschränkung dessen, was wir seit Lukasiewicz als Bivalenzprinzip bezeichnen, obwohl er das, was unglücklicherweise *tertium non datur* oder Ausgeschlossenes

Drittes genannt wird, auch für die *futura contingentia* explizit behauptet. Auch die anschließende Tradition über Boethius zu Thomas von Aquin und Peter de Rivo hat dies nicht in Frage gestellt.

Halten wir als weiteres Desiderat an eine Logik fest:

(K2) Die Prinzipien des *tertium non datur* ($\models p \vee \neg p$) und des Nichtwiderspruchs ($\models \neg(p \wedge \neg p)$) müssen auch für Zukunftsaussagen gelten.

Es ist nach dem Gesagten nicht auf Anhieb zu sehen, wie dies möglich sein soll, falls das Bivalenzprinzip nicht gilt. Die mehrwertigen Junktoren so zu definieren, dass *tertium non datur* und Nichtwiderspruchsprinzip gültig bleiben, ist nicht möglich, da dazu jede Adjunktion zweier unbestimmter Sätze, also z. B. «Morgen findet keine Seeschlacht statt oder es regnet abends in Athen» wahr sein müsste. Gesetzt den Fall, es regnete in Athen am Tag der Seeschlacht zu Salamis nicht, ist dieser Satz falsch – zumindest seit diesem Abend, an dem beide Adjunkte falsch geworden sind. Der Satz hätte damit seinen Wahrheitswert von wahr nach falsch geändert, was unserem obigen Desiderat K1 widerspricht.

Will man die Junktoren adäquat definieren und die beiden logischen Prinzipien erhalten, muss die Wahrheitsfunktionalität der Junktoren angetastet werden. Dies ist wiederum schwerwiegend, denn die Wahrheitsfunktionalität der Junktoren bildet das Fundament, auf dem die elementare Aussagenlogik und damit die gesamte (zumindest die nichtalternative) Logik aufgebaut ist.

IV. Die Zeitformenlogik Arthur Priors

Eine ganz andere Perspektive auf den Unterschied von propositional gefasstem Gedächtnis und propositional gefasster Voraussicht wird durch die Zeitformenlogik *(tensed logic)* Priors eröffnet. Prior[4] hat in den 50er und 60er Jahren des 20. Jh. logische Systeme entwickelt, in denen die Zeitformen Vergangenheit (war / ist gewesen), Gegenwart (ist) und Zukunft (wird sein) dargestellt werden. Er führt dazu die Operatoren «F» für Futur und «P» für Perfekt ein. Eine zeitformenlose Proposition p wird in der Zeitformenlogik zu einer Gegenwartsaussage: es

4 Eine eingehende Darstellung seiner Leistungen findet sich in P. ØHRSTRØM, «A. N. Prior's Rediscovery of Tense Logic», in: *Erkenntnis* 39 (1993), S. 23-50.

ist gegenwärtig der Fall, dass p; Fp bedeutet: p wird der Fall sein, und Pp: p war der Fall.

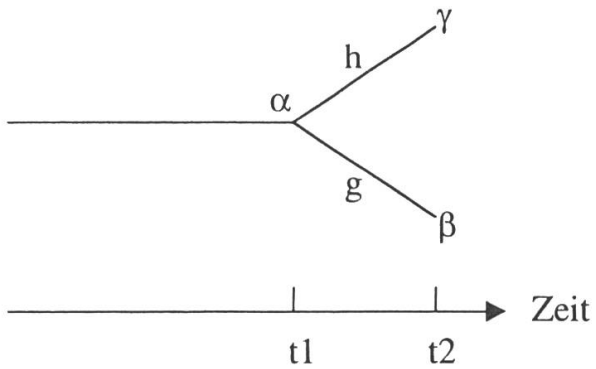
Im Folgenden sei angenommen, dass Propositionen, soweit sie sich auf Ereignisse beziehen, implizit datiert sind. Denn dass der Satz «Morgen findet eine Seeschlacht statt» seinen Wahrheitswert ändert je nachdem, an welchem Tag er geäußert wird, ist trivial. «Fs» ist somit als Aussage zu verstehen, dass am Datum 28. 9. 480 v. Chr. eine Seeschlacht stattfinden wird, «Ps», dass sie am 28. 9. 480 v. Chr. stattgefunden hat. Natürlich ist die erste Aussage nur sinnvoll und wird entsprechend nur zugelassen, wenn sie vor diesem Datum geäußert wird, und die zweite nur danach.

Die Zeitformenlogik wird über der elementaren Aussagen- und Prädikatenlogik konstruiert und durch Gesetze ergänzt, die unsere Gewissheiten bzgl. Vergangenheit und Zukunft und damit bzgl. ihres Unterschieds darstellen. Was zum Beispiel einmal der Fall gewesen ist, wird immer der Fall bleiben: $\models Pp \rightarrow FPp$.

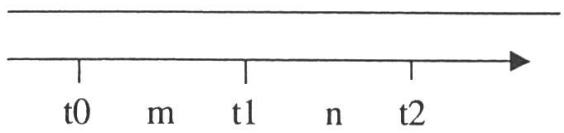
Zur Formalisierung mancher Aussagen ist des Weiteren die Einführung einer Metrik unerlässlich, zum Beispiel, wenn wir ausdrücken wollen, dass, was vorgestern am folgenden Tag geschehen würde, heute einen Tag her ist. Dazu führt Prior Zeitabstände ein (beliebige; setzen wir im Folgenden die Zeiteinheit auf einen Tag). «p war vor einem Tag der Fall» wird dann formalisiert als P1p. Im Allgemeinen gilt z. B.: $\models P(m+n)Fmp \rightarrow Pnp$: Was vor m+n Tagen m Tage in der Zukunft lag, ist n Tage vergangen, und: $\models F(m+n)Pmp \rightarrow Fnp$: Was in m+n Tagen m Tage in der Vergangenheit liegt, ist n Tage zukünftig.

Um die Notwendigkeit der Vergangenheit zu formulieren, benötigen wir außerdem einen Operator «U» (für Unabänderlichkeit oder Unvermeidlichkeit; oft, wie bei Prior, mit «L» symbolisiert). Die nächstliegende Formulierung wäre: $\models Pp \rightarrow UPp$. Dieses Prinzip wurde jedoch von Ockham als falsch erwiesen. Ebenso wenig gilt das nahe liegende: $\models p \rightarrow PFp$: Wenn p der Fall ist, dann war es der Fall, dass p eintreten würde. Metrisiert lautet das letzte Prinzip: $\models Pnp \rightarrow P(n+m)Fmp$: Was vor n Tagen der Fall war, war vor m+n Tagen in m Tagen der Fall. Vertreter der anti-bivalenten Position wie Thomas von Aquin, für die etwas Künftiges nur der Fall ist, wenn es den Ursachen nach bereits feststeht (also determiniert ist), bestreiten dieses Prinzip: Wenn seit der Entscheidung der Kriegsherren der Fall ist, dass es eine Seeschlacht geben wird, folgt daraus nicht, dass schon vorher der Fall war, dass es eine Seeschlacht geben wird.

Zur Illustration dieser beiden prekären Thesen, die für die vorliegende Problematik zentral sind, eignet sich die von Prior entworfene Semantik: Der Weltverlauf wird mit Hilfe einer Geraden dargestellt, die nach links unendlich weit «in die Vergangenheit führt»; die Offenheit der Zukunft, besser gesagt, die potentielle Vielfalt der Zukunftsverläufe, wird durch die Verzweigung der Geraden nach rechts modelliert. Die verschiedenen Zweige werden als mögliche Geschichten *(histories)* bezeichnet (g, h). Punkte auf einer Geschichte seien durch griechische Buchstaben markiert (α, β, γ), denen ein Punkt auf der Zeitskala zugeordnet ist (hier t1 zu α und t2 zu β und γ):

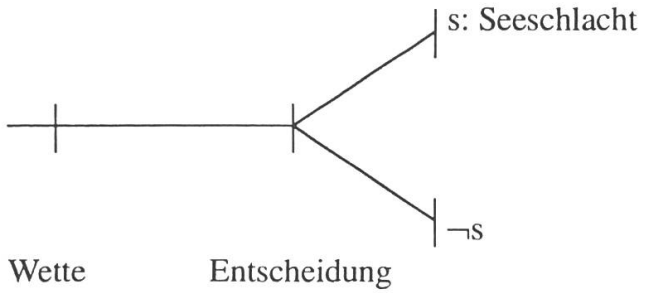


In einem deterministischen Modell ohne Verzweigung ist die Definition der Wahrheit von Vergangenheits- und Zukunftsaussagen sehr einfach. Es gibt keine verschiedenen Verläufe; damit entfällt auch die Notwendigkeit, zu ein und demselben Zeitpunkt Punkte in verschiedenen Verläufen zu differenzieren. Pp ist genau dann wahr, wenn es einen Zeitpunkt in der Vergangenheit gibt, zu dem p wahr ist. Fp ist entsprechend genau dann wahr, wenn es einen Zeitpunkt in der Zukunft gibt, zu dem p wahr ist.
Formal: $V_t(Pp) = 1$ gdw $\exists t' (t' < t \wedge V_{t'}(p) = 1)$; sowie $V_t(Fp) = 1$ gdw $\exists t' (t' > t \wedge V_{t'}(p) = 1)$.



Metrisch: $V_t(Pnp) = 1$ gdw $V_{t-n}(p) = 1$; sowie $V_t(Fnp) = 1$ gdw $V_{t+n}(p) = 1$.

Auf diese Weise wird die Wahrheit einer Zeitformenaussage, u. a. einer Voraussage, auf die Wahrheit einer Gegenwartsaussage zurückgeführt. Legt man ein verzweigtes Modell der Zeit zugrunde, funktioniert dies zwar in Bezug auf die Vergangenheit, nicht aber in Bezug auf die Zukunft. Denn prinzipiell kann die Aussage über ein Ereignis in verschiedenen Verläufen verschiedene Wahrheitswerte haben:



Würden wir die deterministische Definition verwenden, wäre zum Zeitpunkt der Wette sowohl Fls: «Morgen findet eine Seeschlacht statt» als auch $Fl\neg s$: «Morgen findet keine Seeschlacht statt» wahr, da es für jede der kontradiktorischen Aussagen einen Zukunftsverlauf gibt, in dem sie in einem Tag wahr ist. Dies scheint evidenterweise ein gutes Argument gegen diese Definition der Wahrheit von Vorhersagen. Es sei dennoch explizit als Kriterium formuliert, da damit deutlich wird, dass es *nicht* durch das Nichtwiderspruchsprinzip abgedeckt ist. Sind beide obigen Aussagen wahr, dann ist auch die Konjunktion «Morgen findet eine Seeschlacht statt und morgen findet keine Seeschlacht statt», also $Fls \wedge Fl\neg s$ wahr. Dies hat jedoch nicht die Form eines Widerspruchs wie $Fls \wedge \neg Fls$. Daher das Desiderat:

(K2f) Eine Zeitformenlogik muss auch die Zukunftsformen des Nichtwiderspruch-Prinzips: $\models \neg(Flp \wedge Fl\neg p)$ und des Ausgeschlossenen Dritten: $\models Flp \vee Fl\neg p$ als Thesen enthalten.

Eine Vorhersage ist also nicht schon dann wahr, wenn sie in *irgendeinem* Zukunftsverlauf wahr ist. Prior sieht zwei Möglichkeiten, die Wahrheit einer Voraussage zu definieren: zum einen, dass sie genau dann wahr ist, wenn sie in *allen* Zukunftsverläufen wahr ist (P-System), und zum anderen, dass sie nur *relativ* auf einen Zukunftsverlauf wahr oder falsch ist (O-System). Diese beiden Positionen verbindet Prior mit Peirce und Ockham. Ob die Formalisierungen diesen Autoren angemessen sind, soll hier nicht beurteilt werden und im Folgenden sei vor-

sichtshalber nicht vom Peirce'schen und vom Ockham'schen System, sondern von P-System und O-System die Rede.

Bevor die Systeme vorgestellt werden, sei ein für die Bivalenzdebatte wichtiges Argument zur Sprache gebracht. Es ist das so genannte *Argument von der Post- auf die Prädetermination*, das aus der Unabänderlichkeit des Vergangenen die Unabänderlichkeit der Zukunft folgert. Dieses Argument gibt es bereits in der Antike, seine erste stichhaltige Formulierung findet Prior bei Thomas von Aquin[5]. Prior formalisiert es mit einer Mischung aus Zeitformen- und datierter Logik (siehe Appendix).

Ich versuche, seinen Kern kurz in (relativ) normaler Sprache wiederzugeben:

> *Wenn etwas vergangen ist, ist es unabänderlich wahr.* Dann ist auch eine Aussage über die Zukunft, die in der Vergangenheit wahr war (z. B. impliziert durch ein Wissen über die Zukunft), unabänderlich wahr. *Wenn* außerdem *von dem, was sein wird, immer schon wahr war, dass es sein werde*, dann folgt per Transitivität, dass von dem, was sein wird, immer schon unabänderlich wahr war, dass es sein werde. Gesteht man die Argumentation bis zu diesem Punkt zu, kann man den fatalen Schluss nicht mehr vermeiden. Denn unbestritten gilt die These: Was unabänderlich vor m Tagen m+n Tage zukünftig gewesen ist, ist unabänderlich n Tage zukünftig. Damit folgt, wiederum durch Transitivität des Konditionals: Was n Tage zukünftig ist, ist unabänderlich n Tage zukünftig. Anders gesagt: Was sein wird, wird notwendig sein.

Um das Argument zu entkräften, wird klassischerweise eine der Prämissen verneint.

> «[W]e are told that one Stoic logician, Cleanthes, was driven by it to deny that past-tense truths are always necessary. [...] In reacting to the argument we are now considering, some have followed Cleanthes, and others have denied the tense-logical principle that if ever ‹S is P› is true, then ‹S will be P› formerly was true.»[6]

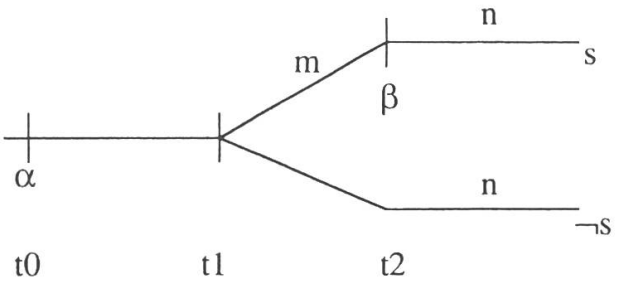
Die zweite Weise, das *Argument von der Post- auf die Prädetermination* zu widerlegen, entspricht der anti-bivalenten Position[7] und be-

5 Der es nicht selbst erfunden zu haben scheint, doch bleibt die Herkunft so unklar wie die Frage, ob Thomas Ciceros Darstellung der epikureischen Position gekannt hat.

6 A. PRIOR, *Past, Present and Future*, Oxford 1967, S. 121.

7 Nach Cicero ist sie bei Epikur zu finden. Thomas behauptet, bevor ein künftiges Ereignis «seinen Ursachen nach gegenwärtig ist», sei es nicht etwa falsch zu sagen, dass es eintreten wird, sondern weder wahr noch falsch. De Rivo

steht in der Ablehnung der These: Fnp → PmF(m+n)p: Von dem, was sein wird, ist nicht immer schon der Fall gewesen, dass es sein würde. Prior entwickelt auf dieser Basis das P-System und verbindet damit folgende Semantik: Ein Satz über die Zukunft ist nur dann wahr, wenn er in allen Zukunftsverläufen wahr ist. In allen anderen Fällen ist er falsch (im Unterschied zur anti-bivalenten Auffassung!). Die fragliche These ist ungültig, denn es ist möglich, dass es ab einem gewissen Zeitpunkt keine Alternativen mehr gibt, diese aber vorher bestanden haben. Gesetzt den Fall, eine Seeschlacht wird stattfinden, sobald die Kriegsherren dies beschlossen haben. Der Zeitpunkt des Beschlusses sei t1 (siehe Abb. unten), z. B. eine Stunde nach der Wette. Dann ist nach diesem Beschluss, sagen wir, zu t2 (z. B. kurz vor Mitternacht), Fns wahr, ohne dass damit eine der Aussagen der wettenden Soldaten (gemacht zu t0) wahr wird, weil zwar s von β aus in allen Zukunftsverläufen wahr ist, nicht aber von α, dem Punkt der Wette, aus.



Anders als in der aristotelischen Tradition bleibt das Bivalenzprinzip in dieser Logik erhalten, da jeder Satz wahr oder falsch ist.

Die resultierende Logik mag unsere prospektive Intuition befriedigen, dass zum Zeitpunkt der Äußerung keiner der Soldaten die Wahrheit sage, sie hat allerdings einige Nachteile.

Die Aussage «Es wird keine Seeschlacht stattfinden» kann wie jede Negation eines zukünftigen Ereignisses differenziert werden in: «Es wird der Fall sein, dass keine Seeschlacht stattfindet», also F¬s, und «Es ist nicht der Fall, dass eine Seeschlacht stattfinden wird»: ¬Fs. Der letzte Satz ist nicht nur wahr, wenn mit Sicherheit keine Seeschlacht stattfinden wird, sondern auch im Falle der tatsächlichen Unbestimmt-

meint: «Von dem, was jetzt der Fall ist, braucht es nicht früher wahr oder falsch gewesen sein, dass es der Fall sein würde.» Vgl. ebd., S. 121 f.

heit, wenn es also noch nicht feststeht, dass eine Seeschlacht stattfinden wird.

Im P-System ist zum Zeitpunkt der Wette weder Fp noch F¬p wahr, das entspricht auch der anti-bivalenten Auffassung. Im Unterschied zu dieser Tradition sind im P-System beide Aussagen jedoch falsch, wenn der Ausgang tatsächlich ungewiss ist. Dies widerspricht der prospektiven Intuition. Zudem ist die Zukunftsform des Ausgeschlossenen Dritten nicht gültig: «Fp∨F¬p» ist im P-System sogar falsch, da beide Teilsätze falsch sind. Schließlich hat auch im Nachhinein keiner von beiden etwas Wahres gesagt, höchstens ein Dritter, der behauptet hätte, dass es noch nicht der Fall ist, dass es eine Seeschlacht geben wird.

Prior nimmt die Unterschiede zur aristotelischen Tradition zur Kenntnis:

> «This corresponds less closely to ancient and medieval formulations than to C. S. Peirce's description of the past (with, of course, the present) as the region of the ‹actual›, the area of ‹brute fact›, and the future as the region of the necessary and the possible (Collected Papers of C. S. Peirce, 5.459 and 6.368). That is why I call this system ‹Peircean›.»[8]

Prior fand es ärgerlich («a little vexing»), dass bis dato niemand in der Lage war, zufrieden stellend die antike und mittelalterliche Position zu formalisieren, dass Vorhersagen von kontingenten Ereignissen weder wahr noch falsch sind.

> «Perhaps ‹neither true nor false› is simply a possible way of describing the kind of falsehood which ‹It will be that p› has, in Peircean logic, when the matter is undecided. It is the actual value we assign to a formula in a Peircean model at points where that formula has different prima-facie values for different routes. [...] I cannot help suspecting that the theory of ‹neuter› propositions only arose through a lack of machinery for distinguishing between the two senses of ‹will not be›, i. e. ¬Fn and Fn¬.»[9]

Vom Standpunkt des O-Systems gesehen, ist die Peirce'sche Zeitlogik unvollständig, da kontingente Voraussagen nicht möglich sind. Allerdings kann sich der Peircianer wie folgt behelfen. Das im O-System mögliche «Vor zwei Tagen war es der Fall, dass es einen Tag später eine Seeschlacht geben würde, aber es war nicht notwendig» wird auf P zu: «Gestern gab es eine Seeschlacht, aber vor zwei Tagen war es nicht der Fall, dass es am Tag darauf eine Seeschlacht geben würde.» Die

8 Ebd., S. 132.
9 Ebd., S. 136.

Interpretation der Wette zwischen den beiden Soldaten fällt verschieden aus, auch wenn das praktische Ergebnis dasselbe ist:

O: Derjenige bekommt den Wetteinsatz ausbezahlt, dessen Vorhersage wahr gewesen ist.

P: Derjenige bekommt den Wetteinsatz ausbezahlt, dessen Aussage übereinstimmt mit dem, was eingetreten ist. Übereinstimmung von Aussage und Tatsache reicht im P-System nicht nur nicht dazu, Recht zu haben, sondern auch nicht dazu, dass etwas Wahres gesagt wurde.

Auf diesem Hintergrund, dass zur Wahrheit erforderlich sei, dass zum Zeitpunkt einer möglichen Äußerung einer Proposition der durch diese bezeichnete Sachverhalt kausal vollständig «präsent» ist, so dass er der Grund für das Wahrsein dieser Äußerung sein kann, wird das Nicht-Bivalenz-Diktum von Lukasiewicz über die Vergangenheit nachvollziehbar. Denn wenn Wahrheit im Falle von Vorhersagen an kausale Bedingungen wie die Determiniertheit des betroffenen Ereignisses geknüpft ist, warum sollte sie es nicht auch im Fall von Vergangenheitsaussagen sein? Auch Sätze über Vergangenes wären demgemäß nur dann wahr, wenn der objektive kausale Grund für ihr Wahrsein noch gegeben ist. Wenn die Einstellung von Lukasiewicz zur Wahrheit von Vergangenem unhaltbar ist, und ich denke, das ist sie (sie ist mit keiner der temporalen Logiksysteme der verschiedenen Parteien vereinbar), und ist diese Position durch die Überzeugung ermöglicht, der Wahrheitsbegriff könne an kausale Bedingungen geknüpft werden, dann liegt umgekehrt die Frage nahe, ob man nicht auch im Falle der Vorhersagen diese Überzeugung besser aufgeben sollte.

Es geht hier schließlich nur um Wahrheit und nicht um Wissen, nur darum, etwas Wahres zu sagen oder zu glauben und nicht darum, Recht zu haben. Für Wissen und Rechthaben spielen kausale Faktoren durchaus eine Rolle. Nicht jede Vorhersage, die wahr wird, war ein Vorauswissen. Von 100 Leuten, die einen Münzwurf vorhersagen, sagt ungefähr die Hälfte etwas Wahres. Das heißt nicht, dass sie mehr gewusst hätten als die anderen, sie haben nur richtig geraten oder getippt. Auch diese Unabhängigkeit der Wahrheit von kausalen Bedingungen sei explizit als Desiderat festgehalten:

> (K3) Die Semantik einer Logik muss folgende Eigenschaft haben: Wenn der Sachverhalt, den eine Proposition ausdrückt, der Fall ist, dann ist die Proposition wahr.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Priors P-System erheblich von der anti-bivalenten Position abweicht und dass diese Ab-

weichungen tatsächlich Mängel des Systems darstellen. Ein weiteres Manko besteht darin, dass der eingangs beschriebenen retrospektiven Intuition (einer der Soldaten sagte zum Zeitpunkt seiner Äußerung etwas Wahres) nicht Rechnung getragen wird.

Betrachten wir nun Priors Alternative, das O-System. Die bereits Kleanthes zugeschriebene Auffassung, dass nicht alle Vergangenheitsaussagen notwendig wahr seien, wird später von Ockham vertreten. Dieser behauptet, dass das Prinzip der Unabänderlichkeit des Vergangenen nur für solche Aussagen gelte, die nicht mit Voraussagen äquivalent sind. Beispielsweise ist «Gestern war es der Fall, dass ich zwei Tage später eine Rose pflanzen würde» äquivalent mit «Morgen werde ich eine Rose pflanzen» und für diese Aussage gilt das Prinzip nicht. Kritiker des Peter de Rivo im 15. Jh. wie Ferdinand de Cordoba brachten ein ähnliches Proviso zum Prinzip des *ad preteritum non est potentia* an: wir haben genau auf den Teil der Vergangenheit Einfluss, der in der Wahrheit von Aussagen über die Zukunft besteht.[10]

Ein Problem besteht darin, diese Einsicht zu formalisieren. Denn nehmen wir an, eine Proposition p besitze keinen Zukunftsbezug. Dann gilt UP: $\vdash$ Pp $\rightarrow$ UPp.

Bei Anwendung der Substitutionsregel für Thesen, nach der in einer These eine Proposition durchgängig durch eine beliebige andere ersetzt werden darf, erhalten wir bei Ersetzung von p durch Fp jedoch: $\vdash$ PFp $\rightarrow$ UPFp, das keine These sein darf, da PFp mit einer Zukunftsaussage äquivalent sein kann.

Um dies zu vermeiden, muss die Substitutionsregel eingeschränkt werden. Prior spezifiziert dazu so genannte A-Variablen und A-Formeln, die füreinander eingesetzt werden können. Wenn a eine A-Variable ist, ist z. B. Pa eine A-Formel, nicht aber Fa. Wenn p eine beliebige Variable ist, ist Up eine A-Formel. Durch dieses Vorgehen wird es möglich, die Unabänderlichkeit des Vergangenen weiterhin als zeitformenlogisches Gesetz zu formulieren.

Mit dieser durch Ockham inspirierten O-Logik Priors ist beweisbar, dass $\vdash$ a $\rightarrow$ UPnFna: falls ich jetzt einen Beitrag schreibe, war es jetzt-unvermeidlich vor einem Jahr der Fall, dass ich ein Jahr später einen Beitrag schreiben würde. Nicht notwendig wahr ist hingegen a $\rightarrow$ PnUFna, also z. B. die Aussage: falls ich jetzt einen Beitrag schreibe,

10 L. BAUDRY, *La Quérelle des Futurs Contingents (Louvain 1465-75): Textes inédits*, Paris 1950, S. 159.

war es vor-einem-Jahr-unvermeidlich, dass ich ein Jahr später einen Beitrag schreibe.

Bei der Modellierung des O-Systems weist Prior «prima-facie»-Wahrheitswerte zu, d. h. solche, die relativ auf einen Zukunftsverlauf sind: $V_{t,h}(Fnp) = w$ gdw $V_{t+n,h}(p) = w$. Aus der Perspektive des Tags nach der Seeschlacht hat damit der Soldat, der sagte, dass die Seeschlacht stattfinden würde, die Wahrheit gesagt. Unsere retrospektive Intuition ist damit zufrieden gestellt. Hingegen ist die Wahrheit einer Aussage nun nicht nur relativ auf einen Zeitpunkt, sondern zusätzlich relativ auf einen möglichen Zukunftsverlauf. Wenn offen ist, welche Zukunft sich realisieren wird, ist ergo auch offen, welchen Wahrheitswert p zu t hat. «Morgen wird eine Seeschlacht stattfinden» ist bzgl. eines Geschichtsverlaufs wahr, bzgl. eines anderen falsch. Der nicht-relative Wahrheitswert der Voraussage eines kontingenten Ereignisses ist ergo ebenso unbestimmt wie in der anti-bivalenten Tradition.

Abschließend ist zu Priors O-System festzustellen, dass es mehr Desiderate erfüllt als das P-System, das allerdings kein Ausdruck der anti-bivalenten Position ist.

Der Einsicht, dass nicht alles Vergangene notwendig ist, ist in jeder Zeitformenlogik Rechnung zu tragen, auch wenn man das Argument von der Post- auf die Prädetermination durch Negation einer anderen Prämisse widerlegt. Das entsprechende Verfahren der Abgrenzung einer Klasse von Formeln, die nicht mit Zukunftsaussagen äquivalent sind, scheint angemessen, um so mehr, als es sich so ergänzen lässt, dass Zukunftskonvergenzen formuliert werden können.[11]

In einer entscheidenden Hinsicht erfüllt das O-System jedoch nicht besser als das P-System, da eine Vorhersage nicht schlechthin wahr oder falsch sein kann, es sei denn, sie ist es notwendigerweise, d. h. in allen Zukunftsverläufen.

11 Genau genommen kann der Satz «Egal, was wir tun, in hundert Jahren kommt alles auf dasselbe hinaus», nicht wahr sein, da die Sätze, die dann über das sprechen, was vor 50 Jahren geschehen ist, sich in ihrem Wahrheitswert unterscheiden. Entfernte Prädetermination kann unter Zuhilfenahme einer Klasse von Propositionen, die nicht mit Vergangenheitsaussagen äquivalent sind, formuliert werden. So kann eine Klasse von Zustandsbeschreibungen ausgewählt werden, bzgl. derer bei Konvergenz behauptet werden kann, sie seien in allen Zukunftsverläufen gleich wahr oder falsch. Unbenommen bleibt dabei, dass die jeweilige Vergangenheit verschieden ist.

V. Die Weiterentwicklung der Prior'schen Zeitformenlogiken

Zwischen den bivalenten Logiken Priors und den mehrwertigen Logiken von Lukasiewicz und anderen gibt es eine weitere Möglichkeit. Das Prinzip der Bivalenz besagt genau genommen zweierlei, nämlich dass es genau zwei Wahrheitswerte gibt, wahr und falsch, *und* dass jede Aussage (immer schon) einen von beiden hat. Die Negation des Prinzips muss also nicht darin bestehen, einen dritten Wahrheitswert anzunehmen. Es genügt, wenn es zwei Wahrheitswerte gibt, aber nicht jede Aussage wahr oder falsch ist. Eine solche Theorie der Wahrheitswertlücken (*truth-value gaps*, kurz *TV-gaps*) hat van Fraassen mit seiner Theorie der Superbewertungen entworfen.[12] Diese Logik, nennen wir sie S, ruht auf der elementaren Aussagen- und Prädikatenlogik auf und setzt deren bivalente Bewertungen voraus. Im Fall einer Wahrheitswertlücke werden alle beliebigen bivalenten Bewertungen betrachtet:

> Eine Aussage ist wahr in S, wenn sie wahr ist für alle bivalenten Bewertungen,
>
> sie ist falsch, wenn sie für alle bivalenten Bewertungen falsch ist.
>
> In allen anderen Fällen ist der Wahrheitswert unbestimmt.

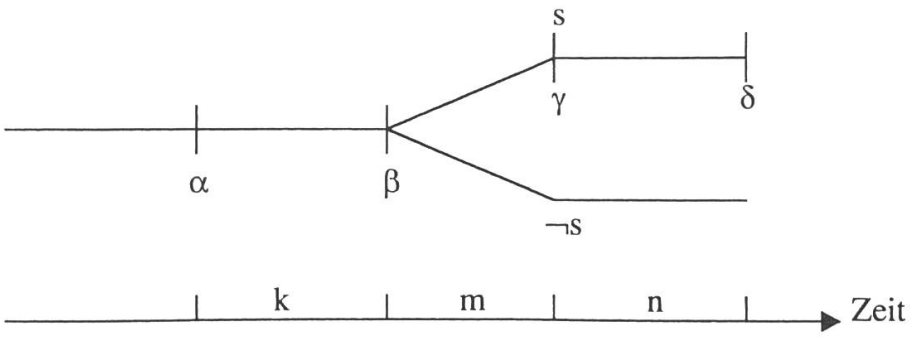
Nehmen wir an, am Vorabend des 28. 9. 480 v. Chr. hätten die Aussagen «Morgen findet eine Seeschlacht statt» (p) und «Morgen Abend regnet es in Athen» (q) keinen bestimmten Wahrheitswert. Dann sind, wie wir bereits sahen, auch die Negationen dieser Aussagen unbestimmt und ebenso deren Konjunktion $p \wedge q$ und die Adjunktion $p \vee q$. Die Einsetzung von $\neg p$ für q ist in einer mehrwertigen Logik nur ein Spezialfall davon. Die Superbewertung dagegen legt bivalente Auswertungen zugrunde: Wir prüfen, welchen Wahrheitswert die komplexe Aussage für die verschiedenen bivalenten Bewertungen der Teilaussagen annimmt. $p \vee q$ würde z. B. falsch, wenn p und q falsch sind, ansonsten ist die Adjunktion wahr. Die Superbewertung liefert also das Resultat «unbestimmt», d. h. eine weitere Wahrheitswertlücke. Die Adjunktion von p und $\neg p$ ist hingegen für jede bivalente Bewertung wahr, daher ergibt die Superbewertung «wahr».

12 B. v. FRAASSEN, «Singular Terms, Truth-Value Gaps, and Free Logic», in: *JPhil* 63, No. 17 (1966), S. 481-95; ders., «Presuppositions, Supervaluations and Free Logic», in: K. LAMBERT (Hg.), *The Logical Way of Doing Things*, Yale 1969, S. 67-91.

	p	q	¬p	p∨q	p∧q	p∨¬p	p∧¬p
bivalent	1	1	0	1	1	1	0
	1	0	0	1	0	1	0
	0	1	1	1	0	1	0
	0	0	1	0	0	1	0
S	–	–	–	–	–	**1**	**0**

Richmond Thomason hat diese Logik der Superbewertungen mit Priors O-Logik verbunden.[13] Nennen wir diese Logik SO. Die defizitäre O-Semantik, nach der Wahrheit nur in Relation zu einer möglichen Zukunft definiert ist, wird hier ergänzt durch die Definition eines absoluten Wahrheitswerts zu einem Zeitpunkt, der allerdings auch unbestimmt sein kann. Die Theorie ähnelt in dieser Hinsicht dem P-System, sie beseitigt allerdings deren Nachteile. Zum einen wird die Zukunftsversion des Ausgeschlossenen Dritten «Fp ∨ F¬p» These, wie die obige Wahrheitstafel zeigt.

Zum anderen hat einer der wettenden Soldaten im Nachhinein etwas Wahres (und der andere im Nachhinein etwas Falsches) gesagt: $V_\delta(P(k+m+n)F(k+m)s) = w$, auch wenn die Aussage zum Zeitpunkt ihrer Äußerung weder wahr noch falsch gewesen ist: $V_\alpha(F(k+m)s)$ ist in S unbestimmt.



Die Vergangenheitsaussage ist deshalb wahr in S, weil alle zulässigen Bewertungen wahr sind. Die Semantik schreibt vor, dass bei Bewegungen nach rechts (in die Zukunft) Wege gewählt werden müssen, die bei derselben Bewertung schon einmal nach links (in die Vergangenheit) durchlaufen wurden. So führen alle zulässigen Bewertungen der Aussage P(k+m+n)F(k+m)s, also dass zum Zeitpunkt der Wette

13 R. THOMASON, «Indeterminist Time and Truth-Value Gaps», in: *Theoria* 36 (1970), S. 264-81.

wahr gewesen ist, dass am Tag darauf eine Seeschlacht stattfinden würde, von δ die Strecke k+m+n nach links zu α und von dort die Strecke k+m nach rechts ausschließlich zu γ in die bereits entschiedene Zukunft.

Die Logik SO der Wahrheitswertlücken und Zeitformen ist durch drei Qualitäten ausgezeichnet:

1. *Sie ist die erste Logik, die die klassische anti-bivalente Auffassung adäquat repräsentiert:*

Das Bivalenzprinzip ist auf Vergangenheit und Gegenwart beschränkt.

Das Prinzip des ausgeschlossenen Dritten gilt, und zwar auch in der Zukunftsversion.

Aussagen, die weder wahr noch falsch sind, können später wahr werden.

2. *Sie befriedigt zugleich die retrospektive Intuition.*

«Morgen findet eine Seeschlacht statt» ist weder wahr noch falsch am Vorabend der Seeschlacht, weil es noch keine Tatsache gibt, die diese Proposition wahr oder falsch machen könnte. «Morgen findet eine Seeschlacht statt», geäußert am Vorabend der Seeschlacht, wird jedoch wahr, sobald die Seeschlacht stattfindet, so dass wir im Rückblick sagen können, der eine der Soldaten habe etwas Wahres gesagt (auch wenn daraus nicht folgt, dass er etwas gewusst hat).

Wir müssen uns nicht mehr zwischen der einen und der anderen Intuition entscheiden. Der althergebrachte Streit scheint dahingehend entschieden, dass die anti-bivalente Position, welche die Einschränkung des Bivalenzprinzips verlangt, Recht bekommt, weil die resultierende Logik es gestattet, die retrospektive Intuition mit zu integrieren.

3. *Sie erfüllt alle weiteren explizierten Desiderate.*

Die logische Analyse scheint also doch in der Lage zu sein, fundamentale Probleme zu lösen.

Es sei denn, es gäbe eine das Bivalenzprinzip erhaltende Verbesserung des O-Systems, das die genannten Intuitionen ebenso gut befriedigt und die aufgestellten Kriterien ebenso gut erfüllt wie SO. Ein Ansatz in dieser Richtung besteht darin, das semantische Defizit kontingenter Vorhersagen in O zu beseitigen, indem man das Konzept einer wirklichen Zukunft (*actual future;* in Analogie zu der einen realen Welt unter den vielen möglichen Welten) einführt und die Referenz auf diese

Zukunft erlaubt.[14] Wir wissen, dass nur einer der Zukunftsverläufe real wird, und auf diesen beziehen wir uns. Eine Vorhersage ist entsprechend genau dann wahr, wenn sie in der aktuellen Zukunft wahr ist.

Die eingehende Auseinandersetzung mit dieser Position kann ich hier nur in Aussicht stellen und die Vermutung äußern, dass darin ein Zirkel verborgen ist. Denn es gibt keine reale Zukunft, außer man blickt auf sie zurück. Die Intuition der retrospektiven Wahrheit ist jedoch bereits befriedigt.

Appendix:
Der Schluss von der Post- auf die Prädetermination

Der Determinismus wird häufig charakterisiert als die Auffassung, dass alles, was geschehe, mit Notwendigkeit geschehe. Nicht nur dem, was bereits ist oder geschehen ist, also Gegenwart und Vergangenheit eigne eine gewisse Unabänderlichkeit, sondern auch allem, was geschehen wird. Der Determinismus bedeutet demnach auch, vielleicht lässt er sich sogar so charakterisieren, dass der ontologische Unterschied zwischen Vergangenem und Künftigem geleugnet wird (epistemische Unterschiede bleiben natürlich unbenommen).

Ein Problem der Wahrheit von Aussagen über künftige kontingente Ereignisse besteht darin, dass sich die Unabänderlichkeit, die wir dem Vergangenen zuschreiben wollen, auf künftige Ereignisse zu übertragen scheint. Anders gesagt: Sind Aussagen über Vergangenes unabänderlich wahr oder falsch, impliziere dies das Bivalenzprinzip auch in Bezug auf Vorhersagen.

14 P. ØHRSTRØM, «Anselm, Ockham and Leibniz on Divine Foreknowledge and Human Freedom», in: *Erkenntnis* 21 (1984), S. 209-222; ders., «Problems regarding the future operator in an indeterministic tense logic», in: *Danish Yearbook of Philosophy* 18 (1981), S. 81-95.

Die Rekonstruktion dieser Argumentation durch Arthur Prior nimmt folgende Form an[15]:

Vtp: p ist wahr zum Zeitpunkt t; die Unabänderlichkeit ist ebenfalls zeitrelativ. Utp: p ist zu t unabänderlich; UtPmFnp: t-unabänderlich war p vor m Einheiten n Einheiten zukünftig.
Zudem werden folgende Regeln verwendet:
RUC: wenn $\vdash p \rightarrow q$, dann auch $\vdash Utp \rightarrow Utq$
RVC: wenn $\vdash p \rightarrow q$, dann auch $\vdash Vtp \rightarrow Vtq$

1	$\vdash VtPmp \rightarrow UtPmp$	UP: wenn zu t wahr ist, dass p vor m Einheiten geschehen ist, ist p zu-t-unabänderlich vor m Einheiten geschehen
2(1)	$\vdash VtPmF(m+n)p \rightarrow UtPmF(m+n)p$	SUBp/F(m+n)p (1)
3	$\vdash Fnp \rightarrow PmF(m+n)p$	zeitlogisches Prinzip PF: was in n Einheiten der Fall sein wird, war vor m Einheiten m+n Einheiten zukünftig
3'(3)	$\vdash VtFnp \rightarrow VtPmF(m+n)p$	RVC(3); wenn $\vdash p \rightarrow q$, dann auch $\vdash Vtp \rightarrow Vtq$
4(1,3)	$\vdash VtFnp \rightarrow UtPmF(m+n)p$	$\rightarrow$ TRANS (3',2)
5	$\vdash PmF(m+n)p \rightarrow Fnp$	was vor m Einheiten m+n Einheiten zukünftig gewesen ist, ist n Einheiten zukünftig
6(5)	$\vdash UtPmF(m+n)p \rightarrow UtFnp$	RUC(5); wenn $\vdash p \rightarrow q$, dann auch $\vdash Utp \rightarrow Utq$;
7(1,3,5)	$\vdash VtFnp \rightarrow UtFnp$	$\rightarrow$ TRANS (4,6)

15 Prior verwendet allerdings die auch von Lukasiewicz vorgezogene Präfixnotation der Junktoren. Vgl. A. PRIOR, a.a.O., S. 117-121.