

Das Block-Universum und der Eternalismus

(Cord Friebe, Uni Bonn, Inst.f.Phil., Am Hof 1, 53113 Bonn)

Mit Einsteins Spezieller Relativitätstheorie (SRT) wird häufig die naturphilosophische These der Welt als Block-Universum verbunden¹ und mit ihr die zeitphilosophische Auffassung des Eternalismus, wonach Vergangenes und Zukünftiges ‚genauso‘ wirklich sind wie Gegenwärtiges. Dieser Sichtweise soll im Folgenden widersprochen werden: Die Raum-Zeit der SRT hat einen *intrinsic*, Bezugssystem-unabhängigen *zeitlichen* Aspekt, und zwar derart, dass die Zeit in sie auf eine Weise eingeht, die einer eternalistischen Deutung entgegen steht.

Doch bevor diese These begründet werden kann, erscheinen einige begriffliche Klärungen vonnöten: Mit „Block-Universum“ ist *nicht* jene umstrittene Sichtweise gemeint, welche in der klassischen Putnam/Stein-Kontroverse zur Diskussion stand (vgl. Putnam, 1967; Stein, 1968). Putnam vertrat nämlich die Auffassung, dass die SRT keine ‚offene‘ Zukunft erlaube, also mit einem ontologischen Indeterminismus unverträglich sei, was Stein bestritten hatte. Das Problem des Determinismus ist aber von der Frage nach einer angemessenen Zeitauffassung unabhängig. Deshalb wird hier unter „Block-Universum“ eine demgegenüber *neutrale* Position verstanden – nämlich die *Raum-Zeit These* Minkowskis. Ihr zufolge sind Raum und Zeit, wie wir sie kennen, „völlig zu Schatten herabgesunken“ und „nur noch eine Art Union der beiden“ kann Selbständigkeit bewahren (Minkowski, 1908, 123). Die grundlegende Entität der SRT ist eine vierdimensionale Raum-Zeit. Legt man diese These zugrunde, was wir hier tun wollen, so ist unsere anti-eternalistische Argumentation *kein* Plädoyer für eine präsentistische Wirklichkeitsauffassung, wonach nur dasjenige wirklich ist, was gegenwärtig ist. Jedenfalls dann nicht, wenn man den Präsentismus mit dem folgenden Argument für unvereinbar mit der SRT hält (vgl. Saunders, 2002):² Minkowskis Raum-Zeit ist *temporal nicht* separierbar, was bedeutet: Gegeben ein Ereignis e an einem beliebig herausgegriffenen Raum-Zeit-Punkt³, der unser Hier

¹ Der jüngste Beleg ist Esfeld (2008, Kap. 2.1).

² Gegen diesen schnellen Schluss könnte man zwar Bedenken anmelden – etwa, indem man mit Dieks (2006) und anderen darauf hinweist, dass unser Zeiterleben keineswegs ein *globales* Jetzt, also keine räumlich *unendlich* ausgedehnte Gegenwart erfordert –, doch erschüttert ist der Präsentismus durch die SRT allemal.

³ Im physikalischen Sinne wird alles, was an einem Raum-Zeit-Punkt lokalisiert ist, „Ereignis“ genannt.

und Jetzt repräsentiere, ist es nicht möglich, alle anderen Ereignissen e' danach einzuteilen, ob sie mit e gleichzeitig, oder früher bzw. später als e sind. Ob nämlich entfernte Ereignisse miteinander gleichzeitig sind, hängt vom gewählten Bezugssystem ab, also nicht allein von dem gewählten Punkt, sondern von einer bestimmten, inertialen Kurve durch diesen Punkt – Gleichzeitigkeit (nicht-koinzidierender Ereignisse) ist bekanntlich relativ. Wenn nun aber die *Gegenwart* ein System miteinander *gleichzeitiger* Ereignisse ist und folglich hier und jetzt auf Bezugssystem-unabhängige Weise keine Gegenwart definiert sein kann, dann müsste mit der Gegenwärtigkeit auch die Wirklichkeit empirischer Entitäten bloß relativ sein, was nach allgemeiner Auffassung aber nicht sein kann (vgl. Gödel, 1949; Putnam, 1967). An Minkowskis Raum-Zeit-These festzuhalten, bedeutet aber auch, nicht den Ausweg zu beschreiten, wonach es doch noch irgendwie möglich wäre, ein Bezugssystem zu privilegieren, das dann für eine ontologisch ausgezeichnete globale Gegenwart sorgen könnte. Unser anti-eternalistisches Argument soll sich ferner innerhalb der SRT bewegen, die Allgemeine Relativitätstheorie (ART) etwa mit ihrer möglichen kosmischen Zeit, die alles wieder zum Guten regeln könnte, bleibt also außer Betracht.

Des Weiteren muss zuvor klar gestellt werden, dass es *keineswegs* schon gegen den Eternalismus spricht, wenn in der SRT zwischen Zeit und Raum überhaupt ein Unterschied gemacht wird. Minkowskis These ist (natürlich) nicht zu verwechseln mit der These von der so genannten *Raum-Analogie der Zeit*. Denn niemand behauptet (mehr), dass die Zeit seit Einstein bloß eine vierte Raumdimension wäre, dass also die vierdimensionale Raum-Zeit in Wahrheit eine Art vierdimensionaler Raum wäre, in dem die Zeit *eliminiert* ist. Zeit und Raum werden in der SRT unterschiedlich behandelt, so etwa dadurch, dass die Zeitkomponente in die Metrik mit einem anderen Vorzeichen eingeht als die drei Raumkomponenten (vgl. schon Reichenbach, 1921). Allein *daraus* aber folgt nichts: Denn selbstverständlich sind nach Ansicht der Eternalisten Vergangenes und Zukünftiges weder in dem Sinne genauso wirklich wie Gegenwärtiges, als sie etwa mit ihm *gleichzeitig* wären, noch gar in dem Sinne, dass alles miteinander *ewig* existierte.⁴ Auch der Eternalismus ist eine Theorie über *Zeit* und nicht eine Theorie

⁴ Petkov (2006) und Dorato (2006) scheuen sich nicht, dies mehrfach zu betonen, obwohl mir niemand bekannt ist, der zeitartig getrennte Ereignisse etwa deshalb für gleichermaßen wirklich hält, weil er sie für miteinander gleichzeitig oder für ewig hielte. Dennoch beachte man, dass nach Petkov (2006, MS)

über eine zum Raum gewordene Zeit. Die Ungleichheit von Zeit und Raum ist also Voraussetzung sowohl für präsentistische wie für eternalistische Zeittheorien.

Die Unterscheidbarkeit der Zeit spricht also nicht gegen den Eternalismus, die Relativität der Zeit aber gegen den Präsentismus, so dass das Block-Universum den Eternalismus zumindest nahe legt. *Aber:* Nach eternalistischer Auffassung ist die Zeit zumindest insoweit dem Raum analog, als das Jetzt ontologisch genauso wenig ausgezeichnet ist wie das Hier. So folgt, dass bei der Analyse von situativen, irreduzibel indexikalischen Sätzen zwischen zeitlichen und räumlichen Bestimmungen kein Unterschied gemacht werden dürfte. Nach Mellor (1998) etwa – einem der Hauptvertreter gegenwärtiger eternalistischer Zeittheorien – gilt, dass ein kontextabhängiger Satz wie „hier und jetzt regnet es“ stets *und* überall dasselbe bedeutet, in seinem Wahrheitswert aber von Zeit zu Zeit *und* von Ort zu Ort variieren kann, sowie zur Zeit *t* *und* am Orte *s* dadurch wahr gemacht wird, dass es an *t* und *s* regnet. Dass in der SRT zwischen Raum und Zeit ein Unterschied gemacht wird, bringt den Eternalismus in keinerlei Schwierigkeiten, doch *wie* er gemacht wird, könnte ihn also schon vor Probleme stellen (der Unterschied darf anscheinend nicht zu groß ausfallen). Wir müssen somit genauer hinschauen, *wie* Zeit und Raum in Minkowskis Raum-Zeit eingehen.

Dazu betrachten wir nochmals einen willkürlich herausgegriffenen Raum-Zeit-Punkt bzw. das Ereignis *e*, das an ihm lokalisiert ist. Zu den intrinsischen, Bezugssystem-unabhängigen Fakten der Raum-Zeit gehört, dass mit jedem solchen Ereignis ein Lichtkegel assoziiert ist, dass alle Ereignisse außerhalb des Kegels in Bezug auf *e* absolut (Bezugssystem-unabhängig) ortsverschieden sind und dass alle Ereignisse innerhalb des Kegels in Bezug auf *e* absolut zeitpunktverschieden sind.⁵ Weiterhin invariant, d.h. noch bevor überhaupt ein Koordinatensystem eingeführt wird, lassen sich nun Kurven durch unseren Punkt definieren, auf denen je zwei Punkte absolut zeitpunktverschieden sind, die somit ein absolutes Nacheinander darstellen könnten. Newtons absolute Zeit ist anscheinend in der SRT nicht einfach durch bloß relative ersetzt worden, sie ist vielmehr in solche „zeitartigen“ Kurven internalisiert worden. Es gibt *im Blockuniversum* – also als intrinsisches, Bezugssystem-unabhängiges Faktum der fundamentalen Raum-Zeit – *zeitliche*

die vier Dimensionen der Raum-Zeit „entirely given“ sind – „like the two dimensions of a plane“, wobei letztere jedoch ein Gleichzeitigkeitsgebiet bilden.

⁵ Für die Ereignisse auf dem Kegel gilt: Sie sind in Bezug auf *e* sowohl absolut ortsverschieden als auch absolut zeitpunktverschieden.

Abfolgen, so dass es keineswegs einfach als statisch betrachtet werden kann.⁶ Doch bis hierhin, so scheint es, ist eben in Gestalt der zeitartigen Kurven überhaupt erst die Grundlage zeitphilosophischer Erörterungen gewonnen, etwas, wovon traditionell ohnehin auszugehen war – nämlich von der Zeit als eindimensionaler Kurve (Linie). In Wahrheit aber ist schon jetzt erheblich mehr im Spiel und zwar so viel mehr, dass die Eternalisten in Schwierigkeiten kommen könnten: Zum einen ein *Zwang zur (raum-)zeitlichen Positionierung* und zum anderen ein *ontologischer Vorrang der Zeit gegenüber dem Raum*.

(Zur ersten Schwierigkeit:) Denn mit dem Unterschied von „raumartig“ entfernten Ereignissen (außerhalb des Lichtkegels) und „zeitartig“ entfernten (innerhalb des Kegels), ist noch gar nicht klar, was denn dieser Unterschied mit dem Unterschied von Raum und Zeit zu tun haben könnte.⁷ Raumartige Kurven – also solche, bei denen je zwei Elemente absolut ortsverschieden sind – repräsentieren als solche kein *räumliches Nebeneinander*⁸; warum also sollten zeitartige Kurven ein *zeitliches Nacheinander* darstellen? Nach allgemeinem Verständnis *ist* dies aber so, was jedoch erst durch eine *zusätzliche* Hypothese sichergestellt wird – nämlich durch die so genannte „*Clock Hypothesis*“.⁹ Ihr zufolge ist die raum-zeitliche Länge einer zeitartigen Kurve (zwischen zwei gewählten Punkten) deshalb als *Eigenzeit* interpretierbar, weil diese durch eine mitgeführte Uhr gemessen werden kann. Erst aufgrund dieser Uhrenhypothese repräsentiert eine zeitartige Kurve ein echtes zeitliches Nacheinander (vgl. Savitt, 2007, MS), das durch die Eigenzeit als Parameter der Kurve schließlich auch als Zeitfluss dargestellt werden kann. Die Uhrenhypothese ist wie folgt zu interpretieren: Dass eine zeitartige Kurve ein echtes zeitliches Nacheinander darstellt – und nicht etwa bloß eine lineare Ordnung –, dass außerdem nicht auch eine raumartige Kurve ein solches Nacheinander repräsentieren kann, und schließlich, worin eigentlich der Unterschied von „zeitartig“ und „raumartig“ besteht; all dies versteht man *nicht* von außerhalb der Raum-Zeit, sondern nur von *innerhalb*. Man muss darin lokalisiert sein – repräsentiert durch eine

⁶ Wie gesagt: Diese Auffassung ist inzwischen Standard; vgl. Dieks (1988), Dorato (1995), Esfeld (2008, Kap. 2).

⁷ Vgl., hierzu skeptisch, Christensen (1981, 46).

⁸ Raumartige Kurven oder auch Gebiete können nur dann ein räumliches Nebeneinander bilden, wenn sie ‚flach‘ sind. Darüber hinaus müssen sie orthogonal zu einer zeitartigen Kurve stehen, von der sie also abhängen.

⁹ „If $\alpha: [a, b] \rightarrow M$ is the worldline of some material particle in M , then proper time $L(\alpha)$ is interpreted as the time lapse between $\alpha(a)$ and $\alpha(b)$ as measured by an ideal standard clock which is carried along by the particle.“ (Naber, 1988, 34)

Uhr.¹⁰ Damit aber könnte ein Eternalist Probleme haben. Betrachten wir eine eindimensionale Linie, wie sie traditionell für die Zeit steht und wählen uns einen Zeitpunkt als Referenzpunkt aus, t_e . Die eternalistische Position wäre natürlich missverstanden, wenn ein späteres Ereignis e' in dem Sinne genauso wirklich sein sollte wie e , als es mit ihm gleichzeitig wäre. Nein, e' existiert zur *späteren* Zeit $t_{e'}$. Denn die eternalistische Position drückt sich einfach darin aus, dass der Satz „ e' existiert“ genau dann wahr ist, wenn e' „at some time or other“ lokalisiert ist (Mellor, 1998, 83), was ja schon dadurch der Fall ist, dass e' zur Zeit $t_{e'}$ wirklich ist. Die Frage aber stellt sich, ob diese Auffassung nicht einen Standpunkt *außerhalb* der Linie erfordert, ob sich *von t_e aus* wirklich mehr sagen lässt, als dass e' in Bezug auf t_e nicht realisiert ist. Mauro Dorato (2006, MS) jedenfalls meint, dass „each event, from its own spatio-temporal ‚perspective‘, exists, either tensedly or tenselessly, *only when it occurs*“. Das hieße dann, dass jedes Ereignis nur existiert, wenn es gegenwärtig ist, so dass also die (raum-)zeitliche ‚Perspektive‘ zwingend eine präsentistische wäre; für den tempuslosen Sinn von Wirklichkeit gelte: „we look at reality from ‚nowhen‘“ (Dorato, 2006, MS). Von außerhalb der Raum-Zeit – d.h. vom Standpunkt des Nirgendwo und Nirgendwann – lässt sich die *zeitliche* Dimension der Raum-Zeit aber gar nicht erfassen, so dass man sagen könnte: Insofern die Raum-Zeit eine zeitliche Dimension hat – nämlich nur perspektivisch von innerhalb derselben –, ist diese eternalistisch nicht erfassbar.

Die zweite Schwierigkeit, mit der sich Eternalisten angesichts von Minkowskis Raum-Zeit-These konfrontiert sehen, besteht in dem mit ihr verbundenen Vorrang der Zeit gegenüber dem Raum. Eine zeitartige Kurve repräsentiert ein zeitliches Nacheinander (mit dieser „*Clock Hypothesis*“) ja schon unabhängig von der Einführung eines Bezugssystems. Eine raumartige Kurve kann ein räumliches Nebeneinander aber erst repräsentieren, wenn eine zeitartige, inertielle Kurve als Koordinatenzeit vorgegeben ist. Durch Eigenzeit parametrisierte inertielle Kurven müssen also längst vorliegen, bevor so etwas wie Raum auftreten kann, d.h.: Raum gibt es nur als *Koordinatenraum*, Zeit hingegen auch und davon unabhängig als *Parameterzeit* (vgl. Bartels, 1997, 209). Die Raum-Zeit hat demnach zwar eine intrinsische *zeitliche* Dimension (in Gestalt ihrer zeitartigen Kurven), keineswegs aber ebenso eine intrinsische *räumliche* Dimension, die vielmehr erst durch die

¹⁰ Dies ist also die speziell-relativistische Antwort auf McTaggarts alte Frage, ob eine B-Ordnung gegenüber der zeitlosen C-Serie ohne A-theoretische Bestimmungen unterschieden werden könnte.

Koordinatisierung der Raum-Zeit als bloß relativer Raum ins Spiel kommt. Aus diesem Vorrang der Zeit folgt, dass sich nun zwar problemlos vom Raum absehen lässt – nichts anderes macht man, wenn man die vierdimensionale Raum-Zeit koordinatenfrei in ihrer topologischen und metrischen Struktur beschreibt –, nicht aber ebenso gut von der Zeit. Man hat den Eindruck: Ohne ihre zeitliche Dimension ist die Raum-Zeit *nichts*. Das aber kann ein Eternalist kaum unterstützen, denn: Wenn er sagen möchte, dass zwei zeitartig getrennte Ereignisse – von denen also das eine absolut später ist als das andere –, dennoch gleichermaßen wirklich sind, so muss er irgendwie von ihrer konkreten zeitlichen Positionierung absehen können. Es müsste etwas ihnen Gemeinsames geben, das jenes „gleichermaßen“ rechtfertigen könnte. Im Kontrastfall von zwei *räumlich* getrennten Objekten, von denen man sagt, sie seien trotz der Verschiedenheit ihrer Orte dennoch gleichermaßen wirklich, hätte man jedenfalls etwas Gemeinsames: Denn sie sind *gleichzeitig*; der *eine* Zeitpunkt, von dem beide abhängen, stellt sicher, dass sie ‚auf einmal‘ da sind. Was tritt an die Stelle der Gleichzeitigkeit, wenn nun auch von zeitartig getrennten Ereignissen gelten soll, dass sie, wie es in gängigen Formulierungen heißt, „given at once“ seien, „together“ oder „jointly“ existierten (vgl. Petkov, 2006, MS; Dieks, 2006, MS)? Sieht man von ihren (verschiedenen) *zeitlichen* Positionen ab, so bleibt anscheinend nichts Gemeinsames, von dem beide Ereignisse abhängen.

Gegen eine eternalistische Interpretation der Raum-Zeit-These Minkowskis sprechen also zum einen der Zwang zur raum-zeitlichen Positionierung – die zeitartigen Kurven sind als zeitliches Nacheinander nur von innerhalb der Raum-Zeit interpretierbar – und zum anderen die Vorrangstellung der Zeit gegenüber dem Raum – die Raum-Zeit hat zwar eine intrinsische zeitliche Dimension, aber keine intrinsische räumliche. Es scheint nun, als könnte man gegen die bisherige Argumentation einwenden, dass hier den Eternalisten ein Wirklichkeitskonzept unterstellt werde, das gewissermaßen unabhängig von der zeitlichen Lokalisierung ist. Diese Unterstellung sei aber unbegründet, da der eternalistische Wirklichkeitsbegriff kein *zeitloser*, sondern nur ein *tempusloser* sei. Denn zu existieren heiße nichts anderes, als „at some time or other“ (Mellor) lokalisiert zu sein, und der Satz „x existiert (*simpliciter*)“ bedeute nichts anderes als die Disjunktion „x hat existiert, x existiert jetzt, oder x wird existieren“ (Dorato). Somit wird die Kontrastklasse des in diesem Sinne Wirklichen gerade durch *a-temporale* Entitäten

wie beispielsweise Platons Ideen gebildet. Doch worin besteht eigentlich der so wesentliche Unterschied zwischen tempusloser und zeitloser Existenz? Was bedeutet es, *in der Raum-Zeit* – statt in Platons Himmel – lokalisiert zu sein? Wieso finden sich an Raum-Zeit-Stellen keine Ideen und in Platons Himmel keine Ereignisse? Eine Antwort der Art, wie sie etwa Jonathon Lowe (1998, 44) gibt – „what it *is* to exist in time is to be a potential subject of tensed predications“–, bemüht tempushafte Existenz und steht den Eternalisten nicht zur Verfügung. Welche aber haben sie dann? Von *außerhalb* betrachtet, also aus der Perspektive des Nirgendwo und Nirgendwann, könnte es sich jedenfalls auch umgekehrt verhalten. Darüber hinaus: Was kann es – insbesondere vor dem Hintergrund des Vorrangs der Zeit – für nicht-gleichzeitige Ereignisse bedeuten, ‚auf einmal‘ da zu sein? *Ein* solcher Sinn ist bekannt: Die Ideen in Platons Himmel sind „given at once“, ohne dass sie gleichzeitig wären. Doch dieser kann nicht gemeint, da Platons Ideen schließlich nicht nacheinander existieren. Welchen anderen Sinn könnten die Eternalisten uns anbieten?

In jüngsten Veröffentlichungen haben Dorato (2006; vgl. schon 2002) und Dieks (2006) gleichlautend eine Antwort auf diese Schwierigkeiten gegeben, die ich hier abschließend noch kurz diskutieren möchte. Für Ereignisse in der Raum-Zeit bedeute, an einem bestimmten Raum-Zeit-Punkt *lokalisiert* zu sein, gar nichts anderes als dort zu *entstehen* – „coming into being at (x, t) is what it means to be an event at (x, t) “ (Dieks, 2006, MS). Das *Sein* der Ereignisse an ihren Raum-Zeit-Stellen bestehe eigentlich in ihrem *Wirklich-Werden* – „coming into being‘ (becoming) and ‚being‘ or ‚existing‘ for events must be regarded as one and the same thing“ (Dorato, 2006, MS). *Darin* seien sie von zeitlosen Entitäten unterschieden, die in Platons Himmel oder anderswo nicht entstehen oder wirklich werden, sondern schlechthin *sind*. Dieses Wirklich-Werden der Ereignisse hängt nun keineswegs davon ab, wie weit die Zeit vorangeschritten ist – das wäre ja präsentistisch gedacht. Laut eternalistischer Auffassung ist die Realisierung eines Ereignisses in Bezug auf die Raum-Zeit-Stelle, an der es lokalisiert ist, *unabhängig* davon, was anderswo geschieht. Und somit ist auch dieses Wirklich-Werden in dem Sinne „absolut“, als es von nichts abhängt, was dem Ereignis äußerlich ist:

„[W]e are abstracting from the spatial and temporal relations that an event *e* bears to other events [...] so that we could have absolute becoming also in a universe with just one event.“
(Dorato, 2006, MS)

Ein Ereignis zu sein bzw. als Ereignis in der Raum-Zeit lokalisiert zu sein, heiße nichts anderes, als an Raum-Zeit-Punkten *absolut* zu entstehen, solches Werden werde von der Physik *vorausgesetzt* und liege allem anderen Geschehen zugrunde – insbesondere dem *zeitlichen* Werden. Dorato und Dieks lokalisieren das absolute Wirklich-Werden also streng in den Raum-Zeit-Punkten – die Ereignisse „come into being at their own spacetime location“ (Dieks, 2006, MS). Dagegen könnte man bereits einwenden, dass der im Wirklich-Werden involvierte Gegensatz von Sein und Nicht-Sein in einem Punkt keinen Platz habe.¹¹ Doch auch dem Geiste der SRT widerspricht dieser Ansatz, denn: Die intrinsische zeitliche Dimension der Raum-Zeit betrifft, so würde ich sagen, eigentlich die Raum-Zeit als *Ganze*. Sie betrifft jedenfalls die Raum-Zeit als *metrischen* ‚Raum‘ – nur durch die Metrik kommt der Unterschied von Zeit und Raum zustande, als rein topologischer ‚Raum‘ betrachtet hat die Raum-Zeit *keine* zeitliche Dimension. Folglich hat er etwas damit zu tun, wie die Raum-Zeit-Punkte *zueinander* stehen. Von *zwei* zeitartig getrennten Raum-Zeit-Punkten kann man vielleicht sagen, sie repräsentierten zwei verschiedene *Zeitpunkte*. Von einem einzelnen Raum-Zeit-Punkt für sich betrachtet aber kann man *keinesfalls* sagen, er repräsentiere einen Zeitpunkt. Für sich betrachtet haben Raum-Zeit-Punkte *keine zeitliche* Dimension und bieten auch daher keinen Raum für das intendierte Wirklich-Werden.¹² Dieser Rettungsversuch der eternalistischen Zeitauffassung vor dem Hintergrund von Minkowskis Raum-Zeit-These scheitert daher.

Literatur

Bartels, Andreas, 1997, „Do Times Exist?“, in: *Perspectives on Time*,
hrsg. v. J. Faye et. al., Dordrecht (Kluwer).

Christensen, Ferrel, 1981, „Special Relativity and Space-like Time“, in: *British Journal*

¹¹ Dagegen Dieks (2006, MS): „It is exactly here that there is room for coming into being in the block universe.“

¹² Der Einwand, der an dieser Stelle kommen könnte, nämlich dass dieses absolute Werden keine zeitliche Dimension benötige, da es vielmehr dem zeitlichen Werden zugrunde gelegt werde, ist abwegig, da ein solches Werden nicht geeignet erscheint, die Existenz der Ereignisse als *temporale* zu sichern.

- for the *Philosophy of Time* 32.
- Dieks, Dennis, 1988, „Discussion: Special Relativity and the Flow of Time“, in: *Philosophy of Science* 55.
- Dieks, Dennis, 2006, „Becoming, relativity, and locality“, in: *The ontology of spacetime*, hrsg. v. D. Dieks (Elsevier).
- Dorato, Mauro, 1995, *Time and reality. Spacetime physics and the objectivity of temporal becoming*, Bologna (Clueb).
- Dorato, Mauro, 2002, „On Becoming, Cosmic Time, and Rotating Universes“, in: *Time, Reality & Experience*, hrsg. v. C. Callender, Cambridge (CUP).
- Dorato, Mauro, 2006, „Absolute becoming, relational becoming and the arrow of time“, in: *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 37B.
- Esfeld, Michael, 2008, *Naturphilosophie als Metaphysik der Natur*, Frankfurt/M. (stw).
- Gödel, Kurt, 1949, „A remark about the relationship between relativity theory and idealistic philosophy“, in: *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, hrsg. v. P. A. Schilpp, La Salle (Open Court).
- Lowe, E. Jonathon, 1998, „Tense and Persistence“, in: *Questions of Time and Tense*, hrsg. v. R. LePoidevin, Oxford (Clarendon).
- Mellor, David Hugh, 1998, „Real Time II“, London (Routledge).
- Minkowski, Hermann, 1908, „Raum und Zeit“, in: *Physikalische Zeitschrift*, 10/3.
- Naber, Gregory L., 1988, *Spacetime and Singularities. An Introduction*, Cambridge (CUP).
- Petkov, Vesselin, 2006, „Is There an Alternative to the Block Universe View?“, in: *The ontology of spacetime*, hrsg. v. D. Dieks (Elsevier).
- Putnam, Hilary, 1967, „Time and Physical Geometry“, *Journal of Philosophy* 64.
- Reichenbach, Hans, 1921, *Philosophie der Raum-Zeit-Lehre*, in ders.: *Gesammelte Werke*, Bd. 2, (1977), Braunschweig (Vieweg).
- Saunders, Simon, 2002, „How Relativity Contradicts Presentism“, in: *Time, Reality, and Experience*, hrsg. v. C. Callender, Cambridge (CUP).
- Savitt, Steven, 2007, „The Transient *nows*“, in: *Quantum Reality, Relativistic Causality, and Closing the Epistemic Circle: Essays in Honour of Abner Shimony*, hrsg. v. W. C. Myrvold und J. Christian, New York (Springer).
- Stein, Howard, 1968, „On Einstein-Minkowski Space-Time“, *Journal of Philosophy* 65.