

München, 10. Dezember 2011

Lieber Hans,

schön, dass wir am vergangenen Montag mal wieder über Physik gesprochen haben. Mir geht aus dem Gespräch noch Deine Frage im Kopf herum, warum eigentlich die Quantenfeldtheorie für mich so interessant ist. Ich habe die Frage wohl nicht sehr deutlich beantwortet, und will das hiermit versuchen nachzuholen. Ich fürchte, das wird was Längeres.

Erst mal: warum ist überhaupt Physik für mich so interessant? Weil ich glaube, dass in der Physik mehr drin steckt, als die Physiker wissen. Weil ich glaube, dass man die Physik besser verstehen kann, als die Physiker sie selbst verstehen. Und ich halte es nicht für ausgeschlossen, dass das Mehr, was man da verstehen kann, eine praktische Nützlichkeit von ganz anderer Art hat als die bisher übliche Anwendung von Physik, die wir „Technik“ nennen. Und weiter glaube ich, dass die Polykontextualitätstheorie von Gotthard Günther, in Verbindung mit der Leerheitsphilosophie von Nagarjuna, einen gangbaren Weg für die Erschließung dieses tieferen Physikverständnisses eröffnet. So weit mein Glaubensbekenntnis.

Um Dir deutlich zu machen, wie ich darauf gekommen bin, und welche Rolle Nagarjuna, Günther und Quantenfeldtheorie dabei spielen, muss ich ein wenig ausholen. Die Art meines Interesses an der Wissenschaft hat sich um Weihnachten 1980 herum radikal verändert. Ich hatte gerade einige Monate lang Meditation geübt, und während des Meditierens entdeckte ich, dass unser Geist eine Qualität von Erkenntnis hat, die unabhängig vom sprachlichen Denken funktioniert. So fiel mein Blick auf die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Sprache und Wirklichkeit, oder anders gesagt, auf die Frage nach dem Prozess der Entstehung von Zusammenhängen zwischen sprachlicher Erfahrung und anderweitiger Erfahrung. Diese Frage definiert auch die neue Art meines Interesses an der Wissenschaft. Wie stellt die Wissenschaft Zusammenhänge her zwischen ihren thematischen Erfahrungen einerseits und ihren selbstgebastelten Sprachkonstrukten andererseits? Wie können wir den Prozess verstehen, in dem wir Erfahrungen machen und Sprachkonstrukte erzeugen und beides miteinander in Beziehung setzen?

Die Betrachtung dieses Prozesses wird normalerweise dadurch verhindert, dass wir immer nur inhaltlich denken. Inhaltlich denken heißt aber, einen bestimmten Typ von Zusammenhang zwischen sprachlicher Erfahrung und thematischer Erfahrung (performativ) vorauszusetzen: den Zusammenhangstyp der Referenz oder Bedeutung oder Interpretation oder Semantik. Indem wir inhaltlich denken, blicken wir durch die Brille der Sprache auf den thematischen Bereich, und aus dieser Perspektive können wir die Differenz zwischen Sprache und Wirklichkeit nicht wahrnehmen. Für die Perspektive des inhaltlichen Denkens verdeckt die Sprache den Blick auf die Differenz von Sprache und Wirklichkeit.

Wenn wir dieses Brett vor unserem Kopf wegnehmen, d. h. wenn wir uns vom rein inhaltlichen Denken lösen, können wir sehen, dass Wissenschaft ein Hybridkonstrukt ist, das aus dem Zusammenwirken von thematischer Erfahrung und Spracherfahrung entsteht, oder anders gesagt, aus dem Zusammenwirken von „objektiven“ Beiträgen (den thematischen Erfahrungen) und „subjektiven“ Beiträgen (den sprachlichen Konstrukten). Das ist der Mittlere Weg zwischen Realismus und Konstruktivismus.

Um der Einfachheit willen pflege ich Spracherfahrung auf Schrifterfahrung einzugrenzen, und in der Physik speziell auf mathematische Erfahrung, womit nicht viel verloren ist, weil Mathematik die Kernsprache der Physik ist. Ein mathematisch

formuliertes Naturgesetz ist ein Hybridkonstrukt aus objektiven und subjektiven Beiträgen, folglich hat es auch objektive und subjektive Bedeutungen. Die objektive Bedeutung eines Naturgesetzes ist das, was wir normalerweise damit *meinen*; die subjektive Bedeutung eines Naturgesetzes ist die Summe der Entwurfsideen und Design-Entscheidungen, die wir auf jeder architektonischen Stufe der Theoriekonstruktion (als da sind: 1. Semiotik, 2. Grammatik, 3. Logik, 4. mathematische Axiomatik, 5. Kinematik, 6. Dynamik) in jene Sprachkonstrukte hineingesteckt haben, die wir nun benutzen, um das Naturgesetz auszusprechen.

Nochmal die Frage: Warum ist es interessant, die subjektiven Bedeutungsanteile der Naturgesetze von ihren objektiven Bedeutungsanteilen zu separieren (und damit überhaupt erst sichtbar werden zu lassen?) Weil wir dann vielleicht in die Lage kommen, die objektiven Bedeutungsanteile tiefer zu verstehen und anders als bisher nutzen zu lernen. Wenn wir genau sehen, was unser eigener Beitrag zu einem Naturgesetz ist, können wir vielleicht auch sehen, was von diesem Naturgesetz übrig bleibt, wenn wir alle unsere eigenen Beiträge (oder auch nur einige davon) weglassen. Diese Art von sprachunabhängiger Wahrheit in den Naturgesetzen ist das, wonach ich suche, und ich vermute, dass ein großer Wert oder Nutzen darin liegt, um diese Wahrheit zu wissen. Wieso vermute ich das?

Hier kommt Nagarjuna ins Spiel. Da geht es um Leerheit, oder auch um absolute Wahrheit (was das selbe ist). Wenn von Leerheit die Rede ist, werden immer gleich zwei Sachen dazu gesagt, nämlich

1. dass Leerheit unter keinen Umständen zum Konzept gemacht werden darf
2. dass Leerheit zwar in diesem Sinne leer von jeder Inhaltlichkeit ist, zugleich aber jede Art von Fülle und Veränderung in sich trägt und ermöglicht.

Unser alltägliches Denken bewegt sich in den lebensweltlichen Sprachspielen (diesen Begriff hat Wittgenstein in seiner Spätphilosophie erfunden), in Nagarjunas Terminologie bewegt sich das alltägliche Denken in der *relativen Wahrheit*. Auch eine physikalische Theorie ist ein Sprachspiel, ist relative Wahrheit. Das Wissen um die absolute Wahrheit (d. h. das Training der Meditation) ermöglicht uns nun aber, jederzeit partiell oder ganz aus diesen Sprachspielen auszusteigen und anderswo oder anderswie wieder einzusteigen. Damit ergeben sich neue Freiheitsgrade für die Interpretation und Gestaltung von Lebenssituationen. Warum also, so denke ich, sollten sich nicht auch für die Naturgesetze neue Freiheitsgrade der Interpretation und Nutzung ergeben, wenn wir lernen, sie partiell oder ganz von ihrem mathematischen Kleid (das ja unsere subjektive Zutat ist) zu befreien?

Es wird gesagt, wir würden von den kognitiven und emotionalen Möglichkeiten unserer Physis nur einen kleinen Prozentsatz nutzen. Der Buddhismus sieht das auch so, und die Methode zur Erschließung dieser Ressource sieht er darin, Blockierungen zu beseitigen, die deren Wirken bislang verhindert haben. Die Blockierung, die ich hier anzugehen versuche, ist die Fixierung unseres Geistes auf das Prinzip der Identität, auf das inhaltliche Denken, auf die Subjekt-Objekt-Dualität, auf das personale Ich und das wissenschaftliche Wir, auf die mathematischen Schriftkonstrukte. Ich will wissen, was passiert, wenn wir die Mauer der Identität, die unsere Kreativität blockiert, bröckeln lassen. Das will ich persönlich wissen, deshalb meditiere ich, und ich will es im Kontext der Wissenschaft wissen, deshalb konfrontiere ich diese mit Nagarjuna und Günther.

Wenn es um das Verhältnis zwischen Sprache und Wirklichkeit geht, wird das Identitätskonzept wichtig, darin sind sich Nagarjuna und Günther einig. Was ist die

Differenz zwischen Spracherfahrung und thematischer Erfahrung? In der Spracherfahrung haben wir es mit selbsterfundene Identitätskonstrukten zu tun (Buchstaben, Wörter, Sätze etc.), während die thematische Erfahrung nichts Identisches an sich hat, nicht aus identischen Bestandteilen zusammengesetzt ist. Deshalb besteht eine Spannung zwischen Spracherfahrung und thematischer Erfahrung. Wenn dieses Verhältnis das übliche Verhältnis der Inhaltlichkeit ist, dann muss die thematische Erfahrung irgendwie präpariert werden, derart dass sie identische Bestandteile produziert, welche dann als Inhalte an die Elemente der Sprache angebunden werden können. Anders gesagt: der Zwang zum sprachlichen Beschreiben und Erklären des thematischen Bereichs impliziert einen Zwang zum Identisch-Machen des thematischen Bereichs. Ein Spezialfall dieses Vorgangs ist das Verdinglichen oder Reifizieren (das Identisch-Machen von Dingen), aber das Identisch-Machen kann sich auch auf Eigenschaften oder Relationen oder andere grammatische Elemente beziehen. Dinge, Eigenschaften und Relationen sind subjektive oder kulturelle oder sprachbedingte Artefakte. Sie für naturgegeben zu halten, wäre eine Projektion.

Jetzt kommt Gotthard Günther ins Spiel. Günther geht davon aus – ebenso wie die alte Second Order Cybernetics und die moderne Kognitionswissenschaft – dass eine Logik *verkörpert* sein muss, wenn sie operativ werden will. Die Verkörperung geschieht an einem Ort, man muss also erst einen Begriff von Ort haben, bevor man über die Operativität von Logik sprechen kann. Dieser Ortsbegriff kann aber nicht der physikalische Ortsbegriff sein, weil die Physik schon jede Menge an Logik investiert. Günther prägt deshalb den vor-logischen Begriff eines *logischen Ortes*, und er holt sich die Intuitionen dazu aus dem Studium der Kenogrammatik. Darauf gehe ich jetzt nicht ein. So kann es eine Vielheit von Manifestationen der Logik (an verschiedenen Orten) geben, selbst wenn es nur eine Logik gibt (gäbe). Günthers große Frage heißt, wie solche Logik-Manifestationen (Kontexturen) miteinander zusammenhängen oder in Zusammenhang gebracht werden können. Das Interessante an der Frage ist, dass der Zusammenhang zwischen logischen Orten kein logischer Zusammenhang sein kann. Günthers Theorie ist poly-lokal oder, wie er es nennt, polykontextural.

Ich wende Günthers Ideen in der Weise an, dass ich eine physikalische Theorie als ein komplexes Gebilde betrachte, zu dem mehrere logische Orte gehören, mehrere Perspektiven oder Standorte, von denen aus die Erfahrung mit den Gegenständen der Natur thematisiert wird. Es sind nun zwei Fälle zu unterscheiden: entweder die logischen Orte einer Theorie lassen sich auf einen einzigen logischen Ort reduzieren, oder sie lassen sich nicht so reduzieren. Im ersten Fall ist die Theorie mathematisch konsistent und die Vielheit der logischen Orte kann, vom Standpunkt der fertigen Theorie aus, als unwesentlich angesehen und vernachlässigt werden. Im zweiten Fall ist die Theorie mathematisch inkonsistent, und eine Vielheit von Orten ist essentiell, wenn die Theorie verstehbar sein will.

Die Idee, dass zu einer Theorie eine Mehrzahl logischer Orte gehört, ist weithin unbekannt. So lange wir es nur mit mathematisch konsistenten Theorien zu tun haben, ist daran nichts auszusetzen, außer vielleicht dass in der Vielheit der logischen Orte ein didaktisch oder hermeneutisch nützlicher Zugang zum Theorieverständnis liegt, den wir nicht nutzen.

Es gibt aber eine wichtige und empirisch atemberaubend erfolgreiche Theorie, die mathematisch inkonsistent ist: die Quantenfeldtheorie (QFT). Damit wird es interessant, die QFT im Sinne Günthers zu „distribuierten“, d. h. auf mehrere logische Orte zu verteilen, derart dass an jedem logischen Ort eine konsistente Teiltheorie

entsteht, und dass zwischen den Orten nicht-logische Beziehungen bestehen, deren Natur genauer zu untersuchen sein wird. Die mathematische Inkonsistenz der QFT ist also mein Ansatzpunkt für deren logische Distribution.

Die QFT bringt die spezielle Relativitätstheorie (SR) und die Quantenphysik (QP) zusammen. Sowohl SR und QP sind je für sich mathematisch konsistent. Also muss wohl zwischen SR und QP irgend eine Art von Inkompatibilität bestehen, die dazu führt, dass in einer Theorie, die SR und QP in sich vereinigt, Widersprüche auftreten. Damit ist der erste Schritt zu einer polykontexturalen Rekonstruktion der QFT schon klar: Wir haben zwei logische Orte, SR und QP, an jedem dieser Orte operiert die klassische Logik und Mathematik und fungiert effektiv in der jeweils zugehörigen Empirie. Zwischen den Orten bestehen nichtlogische Zusammenhänge, die es aufzuklären gilt.

Dazu ist es nötig, SR und QP je für sich polykontextural zu rekonstruieren. *Jede* empirische Theorie ist polykontextural, schon deshalb, weil die *Empirie* von einem Einzelwissenschaftler gemacht wird, die *Theorie* hingegen von der wissenschaftlichen Gemeinschaft gemacht wird. Im Einzelwissenschaftler manifestiert sich das Wir der Scientific Community, körperlich, so dass es mit anderen Körpern (z.B. Naturobjekten oder Messgeräten) interagieren kann. Hier geschieht auch die sprachliche Aufbereitung dieser Interaktionen. Den logischen Ort der Empirie können wir E nennen (mit dem Verständnis, dass es viele Instanzen von E gibt). Dem steht der theoretische Ort gegenüber, nennen wir ihn T, an dem abstrahierende Schlüsse aus diesem und ähnlichen Experimenten gezogen werden und neue Experimente ausgedacht werden. Vom Ort T gibt es nur eine Instanz.

Welcher Art die Beziehung zwischen E und T ist, hängt davon ab, welcher Art die Beziehung zwischen den verschiedenen E-Orten ist. Eine Minimalbedingung ist der Konsens zwischen den E-Orten, oder, anders ausgedrückt, die Objektivierbarkeit der thematischen Phänomene. So bald und so weit Konsens besteht, amalgamieren die verschiedenen E-Orte sich zu einem T-Ort. Aber es kann unterschiedliche Konsensbedingungen geben, und welcher Art diese sind, hängt davon ab, wie die E-Orte miteinander *interagieren*. Die wichtigste Form der Interaktion zwischen zwei E-Orten besteht darin, dass beide Orte sich auf ein und das selbe Phänomen beziehen und dieses beschreiben. Wenn zwei Beschreibungen ein und das selbe Phänomen beschreiben, dann sollten sie ineinander übersetzbar sein. Verallgemeinernd muss also ein Übersetzungsoperator für je zwei Beschreibungen eines Phänomens gefunden werden, ein E-E-Operator. Ist ein solcher E-E-Operator gefunden, ist er generalisierbar, und weist seine Generalisierung die nötigen Symmetrie- und Transitivitätseigenschaften auf, dann kann er zur Grundlage des Konsens werden, d. h. zur Grundlage der Konstruktion des abstrakten T-Ortes.

SR und QP werden durch unterschiedliche Typen von E-E-Relationen geprägt. SR wird durch die E-E-Relation der *raumzeitlichen Relativität* geprägt, QP wird durch die E-E-Relation der *Komplementarität* geprägt. Betrachten wir beide E-E-Relationen etwas genauer.

Raumzeitliche Relativität betrifft je zwei Beobachter eines Phänomens, die sich relativ zueinander in Bewegung befinden. Man beschränkt sich besser auf den Fall, dass es sich um unbeschleunigte Relativbewegung handelt. Gegeben das mathematisch bestimmte Raum-Zeit-Kontinuum, gibt es hier auch ein ganzes Kontinuum von E-Orten, die alle paarweise ineinander übersetzbar sein müssen. Naheliegende Symmetrie- und Transitivitätsforderungen führen dazu, dass die Gesamtheit der Übersetzungsoperatoren eine Gruppe bildet. Die klassische Physik

verwendet die Galileigruppe, bei der Raum und Zeit kategorial getrennt bleiben, die SR verwendet die Lorentz-Poincaré-Gruppe, bei der Raum und Zeit über eine Konstante  $c$  zur Raumzeit verknüpft werden.

Man kann nun Beschreibungselemente danach unterscheiden, ob sie bei der Übersetzung ihre Form behalten oder nicht, und man kann die Ersteren *kovariant* nennen. Speziell kann man Zahlgrößen danach unterscheiden, ob sie bei der Übersetzung ihren Wert behalten oder nicht, und man kann die Ersteren *invariant* nennen. Und dann kann man von den Beschreibungen alles weglassen, was nicht kovariant oder invariant ist, und erhält so generalisierbare, E-Orts-unabhängige Beschreibungen. Das ist die Bedingung der Möglichkeit für die Konstruktion des T-Ortes der SR. „The View from Nowhere“.

Komplementarität betrifft zwei Beobachter eines Phänomens, die mit zwei verschiedenen Messabsichten auf das Phänomen losgehen, die also zwei verschiedene Messgrößen messen wollen. Ich kann an einem Teilchen eine Ortsmessung vornehmen wollen oder ich kann an ihm eine Impulsmessung vornehmen wollen. Klassisch oder relativistisch müssen wir diese beiden Mess-Intentionen nicht als logische Orte unterscheiden, weil jede Orts-Trajektorie in eine Impuls-Trajektorie umrechenbar ist und umgekehrt, und es spricht nichts dagegen, dass zwei Experimentatoren an ein und dem selben Partikel gleichzeitig beide Arten von Messung vornehmen. In der QP ist das anders, die Messgrößen Ort und Impuls sind inkompatibel oder komplementär, und daneben gibt es in der QP zahlreiche andere Paare von wechselseitig komplementären Messgrößen. Angesichts dieser neuartigen E-E-Problematik spielte die relativistische E-E-Problematik in den Anfängen der QP überhaupt keine Rolle.

So wird in der QP eine ganz andere Konsensbedingung wirksam als in der SR. In der QP muss eine Übersetzung gefunden werden für die Beschreibung eines Phänomens aus der Ortsperspektive in die Beschreibung des selben Phänomens aus der Impulsperspektive, und umgekehrt. Dies wird durch die Fourier-Transformationen geleistet. Verallgemeinernd führt dieses Verfahren zur Konstruktion des Hilbertraums als Raum der möglichen Zustände, mit den Hermite'schen Operatoren als möglichen Messgrößen (E-Orten), und den unitären Operatoren als möglichen Übersetzungsoperatoren. Die Letzteren bilden wiederum eine Gruppe. Die Möglichkeit der E-Ort-unabhängigen Beschreibung von Phänomenen im Hilbertraum konstituiert den T-Ort der QP.

Damit ist die Differenz zwischen SR und QP schon ganz gut herausgearbeitet. Will man SR und QP in *einer* Theorie zusammenbringen, wie in der QFT, so muss man die E-E-Relation der raumzeitlichen Relativität und die E-E-Relation der Komplementarität irgendwie unter einen Hut bringen. Man muss darüber nachdenken, wie in der SR Objekte und Eigenschaften und Relationen konstituiert werden, und wie das gleiche in der QP geschieht, und dann muss man darüber reden, wie wir Objekte oder Eigenschaften oder Relationen konstituieren können, die für die Bearbeitung mit einer Verbindung von SR und QP angemessen sind. Das heißt, man muss über die Prozesse der Konstitution von Identität und deren Komponierbarkeit nachdenken. Diese Art von Reflexion ist meines Wissens bisher unterblieben. Stattdessen hat man sich nur für die mathematische Frage interessiert, wie man die Lorentz-Poincaré-Gruppe im Hilbertraum als Gruppe unitärer Operatoren homomorph darstellen kann. Mit der Antwort auf diese Frage beginnt die mathematische Quantenfeldtheorie. Die Inkonsistenzen kommen später ins Spiel, wenn es um Prozesse der Interaktion zwischen Quantenfeldern geht. Es scheint, dass diese Interaktionsprozesse noch nicht ganz verstanden sind. Vielleicht sollten

wir unsere Aufmerksamkeit mehr darauf richten, wie die subjektiven Interaktionen (die E-E-Interaktionen) reorganisiert werden müssen.

So viel für jetzt,

liebe Grüße von Rudi