

Antworten von Physikern auf Fragen zum Higgs-Boson

gestellt von
Egbert Scheunemann

Stand: 4. Januar 2013

Kurzinhalt:

Einleitung	1
Physiker I.....	2
Physiker II	9
Physiker III.....	26
Physiker IV.....	28
Physiker V	32
Schlusswort	37

Einleitung

Anfang November 2013 schickte ich meinen Artikel „Das Higgs-Boson – ein Higgs-Phantom? Fragen an die Physiker aus erkenntnistheoretischer und naturphilosophischer Sicht“¹ per E-Mail an fast 230 Physiker mit der Bitte, mir meine Fragen zu beantworten. Viele Reaktionen hatte ich nicht erwartet, aber dass schlussendlich nur fünf Physiker geantwortet haben, war dann doch etwas überraschend – und natürlich auch enttäuschend.² Schon in meinem E-Mail-Anschreiben wies ich darauf hin, dass ich alle Antworten in einem Nachfolgeartikel publizieren würde – auf Wunsch auch in anonymisierter Form. Nun, in der Tat hat sich nur ein einziger Physiker bereit erklärt, dass seine Antworten auch unter seinem Namen publiziert werden. Das ist besonders deswegen schade, weil so nun auch der Autor einer Antwort anonym bleiben muss, die in ihrer unaufgeregten, sachlichen, intelligenten, kritischen und selbstkritischen Weise, auf meine Argumente und Fragen einzugehen, zum Besten gehört, was ich in Sachen Higgs-Boson jemals gelesen habe. Diese Sternstunde der Wissenschaft hat mich fast vom Glauben abfallen lassen, dass das Higgs eher ein Phantom als ein Boson ist! Aber nur fast...

Ein Problem war, dass ich die Antworten in allen möglichen Formen bekam, als E-Mail, PDF oder sonstiges Dokument, und sie im Folgenden in einem einheitlichen Dokument zusammentragen musste, in dem klar bleibt, wer was wann gesagt hat. Ich bin einfach so vorgegangen, dass ich alle Antworten kopiert und in das hier vorliegende

¹ Vgl. www.egbert-scheunemann.de/Higgs-Boson-Fragen-Scheunemann.pdf

² In dieser Zahl sind übrigens nicht jene Physiker aus meinem Freundes- und Bekanntenkreis enthalten, die meinen Text schon vorab inhaltlich Korrektur gelesen hatten. Deren Kritik, Änderungs- und Verbesserungsvorschläge hatte ich, insofern ich sie nachvollziehen konnte und sie mir sinnvoll erschienen, in der endgültigen Version meines Artikels, die ich schließlich verschickte und online stellte, schon berücksichtigt.

Dokument integriert habe (von einer Ausnahme abgesehen, davon gleich noch mehr). Dabei gilt: Die Antworten der Physiker erscheinen als Zitat („...“) in schwarzer Schrift. Meine Kommentare und Anmerkungen dazu sind eingerückt und erscheinen in blauer Schrift (in dieser Form habe ich sie an die Physiker auch zurückgeschickt). Falls es nochmals zu Antworten auf meine Kommentare und Anmerkungen gekommen ist, sind diese nochmals eingerückt und in Dunkelrot wiedergegeben.³ Außerdem habe ich mir erlaubt, alle (hoffentlich...) formalen Fehler (Orthografie, Interpunktion etc.) zu korrigieren. Ansonsten sind die Texte selbstverständlich inhaltlich unberührt.

Physiker I

An den Anfang möchte ich jene oben genannte „Sternstunde der Wissenschaft“ stellen – eben weil es sich um eine Sternstunde handelt: Ein Autor, Inhaber eines Lehrstuhls für Theoretische Physik, setzt sich einfach hin und fängt an zu argumentieren! Ohne, wie viele andere Physiker, zunächst meine Person, Qualifikation oder Quellen madig zu machen! Es folgen einfach Argumente! So schön kann Wissenschaft sein!

Physiker I schrieb mir zunächst folgende E-Mail:

„Lieber Egbert, ich habe Deinen plakativen Artikel über das Higgs gelesen und er war mir interessant genug, eine Antwort zu schreiben. Sie ist hier beigefügt. Ich habe sie auf Englisch geschrieben – so ein Ding in gutem Deutsch auszudrücken, würde mir zu viel Zeit kosten. Kurz gesagt, ich stimme meistens zu. Viele Grüße und vielen Dank für die Argumente, XXX⁴.“

Genau 39 Minuten später bekam ich von Physiker I folgende zweite E-Mail:

„Sehr geehrter Herr Scheunemann, es tut mir leid, dass ich gerade an Sie so informell geschrieben habe. Ich dachte, Sie waren ein Kollege von mir, weil Ihre Namen zufällig ähnlich sind. Ich bitte um Entschuldigung. Trotzdem könnte meine Antwort Ihnen interessant erscheinen. Leider kann ich nicht die Zeit investieren, sie auf Deutsch zu übersetzen. Mit freundlichen Grüßen, XXX XXX⁵.“

Hier also die Antworten von Physiker I, die er mir schon mit der ersten E-Mail als PDF zugeschickt hatte (deswegen ist in ihnen überall von „Egbert’s“ Fragen, Thesen etc. die Rede, nicht von „Scheunemann’s“) – ausformuliert, wohlgemerkt, in dem Glauben, er habe „Fragen an die Physiker“ zum Higgs-Boson von einem Kollegen erhalten, also von jemandem, dem man grundsätzlich schon auf Augenhöhe begegnet, und von einem „Kollegen“⁶ zudem, der seine Fragen anscheinend so ausformuliert hatte, dass Physiker I

³ Um nicht vom Hundertsten ins Tausendste zu kommen und irgendwann Erbsenzählerei zu betreiben, habe ich auf die zweite Antwortrunde dann nicht mehr geantwortet. Anmerkungen zu diesen Antworten der zweiten Runde werde ich im Folgenden in Form gelegentlicher Fußnoten machen, die mit dem Passus „Anmerkung post festum“ beginnen.

⁴ Hier stand nur sein Vorname.

⁵ Hier standen dann Vor- und Nachname. Da Physiker I kein deutscher Muttersprachler ist, habe ich mir erlaubt, beide Mails hier und da stilistisch zu überarbeiten und in halbwegs manierliches Deutsch zu bringen. Die Inhalte sind aber selbstverständlich unberührt.

⁶ Hier und im Folgenden nutze ich einfache Anführungszeichen, um eigene oder fremde Ironisierungen, Relativierungen oder auch Zitate in Zitaten zu kennzeichnen. Doppelte Anführungszeichen bleiben direkten Zitaten vorbehalten.

annehmen konnte, sie stammten wirklich von einem Kollegen (meine direkten Entgegnungen in blauer Farbe direkt im Text⁷):

„Reaction to Egbert Scheunemann on ‚The Higgs Phantom‘

Egbert’s critique of the latest (and quite possibly last) success in particle physics is in some details mistaken, I believe; but I think it has a fundamentally serious point. I will try to give my own detailed answers to Egbert’s questions, but even before that I can identify a common thread in them. Many of the terms used in particle physics do not really mean what most people think they mean – even most physicists.

Wäre es dann nicht die vornehmste Aufgabe der Vertreter jener Wissenschaft, die sich, grundsätzlich durchaus zu Recht, als die exakteste aller Naturwissenschaften bezeichnet, exakte, klare Begriffe zu bilden?

This is not exactly false advertising. Particle physics is strange, and many familiar concepts simply do not apply in it. Instead one must apply the alternative concepts that have been developed in particle physics. These concepts were developed, historically, by physicists who were familiar with lower-energy physics; and so they kept a lot of familiar names and terms, even as they extended them into quite unfamiliar meanings.

So many of Egbert’s criticisms are in one way unfair, because he is criticizing ideas that particle physics does not actually uphold. Fundamentally, however, I believe that Egbert’s criticisms do have force, nonetheless. The concepts of particle physics often do not mean what they sound like: most often, what they mean is something less impressive. They sound better than they really are. By finally ‘discovering’ the Higgs Boson at CERN, we have actually learned rather less about the world than it sounds. And if everyone really knew how little we have actually learned from these enormous experiments, perhaps we would not have paid so much money for them.

In short: Egbert is right when he says that the Higgs Boson is not so much a particle as a phantom. What I am now going to try to explain is that every high energy particle theorist will agree with this. They might not all admit that they agree; they might not use the word ‘phantom’, they might rather cling to the name ‘particle’ instead. But if you pushed a high energy theorist into a corner, he or she would have to agree to a number of things about the Higgs, to which any ordinary physicist would then say, ‘That doesn’t sound like a particle to me. It sounds more like a phantom.’

1) and 4):

Egbert points out that the signals from which the Higgs discovery has been claimed are very highly filtered. This is completely true. The signal is extracted from a huge background. Does this mean that the result is entirely artificial? Well, I hope not. I’m a naive and innocent theorist. It always disturbs me to learn how indirect and inferential even quite basic experiments really are.

The thing that is easy to miss about the huge experiments run at places like CERN is that they generate unbelievably enormous amounts of data. Theoretical models can be

⁷ Physiker I hatte ich diese direkten Entgegnungen in Form von Kommentaren zu seinem PDF zurückgeschickt.

pinned down to extremely high precision because the statistics are so strong. There are very many links in the chain between raw data and final interpretation, but hundreds of people have worked on each of those links, for decades. There is a lot of cross-calibration between different parts of the data. I think that Egbert's analogy about the Lotto is unfair.

An der konkreten Stelle beziehe ich mich auf die Aussage eines Physikers, dass die Wahrscheinlichkeit einer Fehlmessung bei eins zu einer Million liege. Wenn nicht gesagt wird, auf welche Bezugsgrößen sich diese Wahrscheinlichkeit bezieht (und das geschieht eben nicht), bleibt mir gar nichts anderes übrig als darauf hinzuweisen, dass manche Ereignisse, die noch viel unwahrscheinlicher sind, nahezu jede Woche eintreten – eben ein Hauptgewinn im Lotto. Ich sage nicht, dass es aufgrund der angegebenen Wahrscheinlichkeit eine Fehlmessung sein MUSS, ich vergleiche allein Wahrscheinlichkeiten.

The odds of the Higgs boson just being a fluke are astronomically small. Something is surely there.

Auch die Zahl der Treffer, die notwendig sind, um auch nur ein Higgs-Boson zu produzieren, ist astronomisch – nämlich astronomisch hoch!

I personally am persuaded that the particle people do know well enough what they are doing. I believe that the Higgs phenomenon is really there, and is not just an artifact of CERN culture. But I admit that there is something much less impressive about this kind of highly filtered result than about a dramatic and simple 'smoking gun' observation. If two experimental results were equally valuable in themselves, I would definitely pay more for the one that was demonstrated simply and cleanly and in a way that would be immediately convincing to anyone who saw it. Particle physics had this advantage once, when it was much younger, when people were seeing the first positrons in cloud chambers, curling in circles exactly opposite to the electrons. Particle physics has not had this advantage for a long time.

2) and 3):

The Higgs boson is extremely unstable, with a very short lifetime before spontaneous decay into any of very many product states. Many atomic excited states decay, too, and we are still comfortable with calling them eigenstates. We see spectral lines and we are happy that our quantum theory of atoms works very well. Technically speaking, the Higgs is just like that. 10^{-22} seconds corresponds to a linewidth of about 10 MeV, but the threshold energy for the Higgs excitation is about 125 GeV. So the energy width is about 10^{-4} of the energy, which is pretty sharp, proportionally.

The Higgs is also such a highly excited state that it is quite difficult to excite; but once again, lots of physics involves rare processes. Virtual intermediate states are often important even when the total amplitude for their occupation is very small. Technically the Higgs case is just extreme, not qualitatively different.

Technically, every particle except the electron, the electron neutrino, and the iron nucleus is also unstable, and most of them are more or less difficult to produce in collisions. It's only a question of how quickly things decay.

That's the justification. In the end I, at least, have to admit: the Higgs is really just a highly unstable resonance that can only very rarely be excited at all. It may technically be correct to call it a particle, but in the Higgs regime 'particle' does not mean what we

expect it to mean, if we think about stable particles like atoms and electrons. What it means is a lot closer to ‘phantom’.

5-8,12):

The Higgs boson can indeed decay into just about anything, at least in the right combinations. (The total lepton and hadron numbers have to remain zero, for instance; angular momentum has to be conserved; and so on.) In particle physics, ‘decay’ does not mean what one thinks, if one thinks of simple radioactive decay. The ‘decay products’ do *not* have to be present in the original particle; ‘decay’ can indeed really be that the original particle simply disappears, and is replaced by two or more new particles that previously were not there before. This is always true, even at much lower energies than the Higgs scale. An excited atom can decay by emitting a photon that was not previously ‘part’ of the atom; the photon is really created during the decay. The same thing can happen with massive particles, as soon as there is enough energy to make up their relativistic rest energy.

Just as in atomic physics, in particle physics there are selection rules. The theory is very strong concerning symmetries which imply conservation laws, and so selection rules are quite robustly predicted – and thoroughly confirmed by simple YES/NO experiments, without much filtering. It is from these solid conservation laws that one can infer spins of particles, and infer particle masses from energy and momentum distributions, and so on, even though the theory can do almost nothing to predict unknown constants of nature, such as particle masses.

9-11):

The relationship between the Higgs field and the Higgs boson is subtle in two ways.

The first is just the same subtlety of quantum field theory that all particles and fields have: the field is really a quantum field, so it is not a quantity that exists at each point in space, but an operator at every point in space, that creates and destroys particles. This is not like the classical relationship between electric fields and charges. It is like the relationship between electric fields and photons. Particles are to quantum fields as energy levels are to quantum harmonic oscillators: they are the quantized excitations of the classical degrees of freedom.

The Higgs case has the additional subtlety that the dynamics of the Higgs field is highly nonlinear. It’s more like a double well than like a harmonic oscillator. Unlike the electromagnetic field, the ground state of the Higgs field is not Gaussian zero-point fluctuations around zero field amplitude. Instead it is zero-point fluctuations around a non-zero field amplitude. Higgs bosons are small (but greater-than-zero-point) perturbations of the non-zero ground-state field amplitude. It is this large average ground-state amplitude that ‘gives mass’ to all the other particles, and not the small perturbations (the Higgs bosons).

The ground-state Higgs amplitude is indeed very much like the 19th century ether. According to theory, it is constant everywhere in the universe. It does not exert drag, however. Analogies about snow and skis are not really very good. The only effect of the universal Higgs field background is to give everything a mass. So why not just drop this whole Higgs theory, and simply say that every particle has some mass?

For most purposes, one could of course do this. The reason to care about whether mass comes from a Higgs field, instead of just existing fundamentally, is the technical but very important problem of renormalizability. With fundamental particle masses, interacting relativistic quantum field theory just does not work. Even the simplest calculations lead to infinite integrals. It's not just an unlucky accident, either; it's built deeply into quantum mechanics and relativity. Relativity means locality, which means that everything is local fields; which means that there are infinitely many degrees of freedom (one per point in space); which means that there are infinitely many intermediate states for any quantum process. Summing over infinitely many intermediate states brings infinite results.

Das ist in der Tat ein sehr neuralgischer Punkt – und ich müsste in der Tat sehr weit ausholen, um ihn verdeutlichen zu können. Ich versuche es dennoch in aller Kürze: Warum tretet ihr (Theoretischen) Physiker eigentlich nicht ein Erkenntnisinstrument, nämlich das der mathematischen Unendlichkeiten, in die Tonne, das euch Unendlichkeiten und Singularitäten en masse liefert – obwohl in der physischen Realität immer und überall nur Endlichkeiten (konkret: Planckgrößen oder Mehrfache davon) festgestellt werden können? Selbst ob das Universum unendlich (groß) ist, weiß kein Schwein. Gehen Sie mal zum Nord- oder Südpol. Das mathematische Koordinatensystem (der Längen- und Breitengrade) konstatiert dort Singularitäten, nämlich den mathematisch (!!) unendlich kleinen (also ausdehnungslosen) Punkt, an dem sich alle Längengrade treffen. Sie werden dort, also in der realen Physis, aber alles finden, nur keine Singularitäten! Einen Meter links oder rechts vom geometrisch-mathematisch hyperexakten Südpol sieht es genauso aus wie am geometrisch-mathematisch hyperexakten Südpol, der Singularität! Ganz konkret: Was hindert euch Physiker daran, Rechnungen, spätestens wenn Planckgrößen erreicht sind, einfach abzurechnen?⁸

Es gibt übrigens auch Überlegungen (von mir, aber das ist irrelevant), warum selbst der mathematische Unendlichkeitsbegriff mathematischer (!!) Unsinn ist. Man muss nur von einem konstruktivistischen und nicht von einem idealistischen Mathematikbegriff ausgehen: Wenn Cantor wirklich unendliche Unendlichkeiten, ja sogar überabzählbare (also nicht abzählbare – wieder so ein blödsinniger Begriff) Unendlichkeiten geschaffen haben sollte – nun, dann empfehle ich, diesen konstruktivistischen ‚Beweis‘, also die konstruktivistische Konstruktion überabzählbarer Unendlichkeiten, einfach ein zweites Mal zu vollziehen – diesmal in roter Farbe. Dann haben sie, falls die Konstruktion exakt der Cantorschen (in schwarzer Farbe) entspricht, exakt gleich viele Elemente konstruiert wie Cantor selbst – und ob die unendlich, unendlich unendlich oder gar überabzählbar unendlich sind, ist völlig gleichgültig. Sie haben GLEICH VIELE konstruiert – also können sie mit den roten die schwarzen Elemente abzählen – also gibt es keine Überabzählbarkeit...

Und ganz davon abgesehen: NICHTS in der Realität ist deswegen unendlich allein deswegen, weil wir auf ein Blatt Papier das mathematische Unendlichkeitszeichen schmieren können, etwa als $n \rightarrow \infty$.

ALLES ist endlich – Menschen, Physiker, Mathematiker, Rechnerkapazitäten, Rechenzeiten etc. pp. Ausdehnungslose mathematische Punkte, Fantastereien wie Kobolde und Elfen, haben in der physischen Realität keinerlei Pendant. Etwas, was

⁸ Anmerkung post festum: Es ist völlig üblich in der Mathematik, Verbotenes oder Gebotenes zu formulieren, etwa dass eine Unbekannte $\neq 0$ sein muss, wenn sie (allein oder als Faktor) im Nenner eines Bruches zu stehen kommt. Und es ist völlig üblich, Geltungsbereiche festzusetzen, etwa dass eine Variable einem bestimmten Zahlenkörper zugehören muss (dem der natürlichen, der geraden, der ungeraden, der rationalen, der reellen Zahlen etc.).

keine räumliche oder zeitliche Ausdehnung hat oder auch keinerlei Masse- bzw. Materie- bzw. Energiecharakter, ist ein definitorisches physisches NICHTS, ist METAPHYSIK in des Wortes direkter wie indirekter Bedeutung.

It was one of the triumphs of 20th century high energy theory to show that quantum field theory could be rescued by renormalization, but only theories with certain special features are renormalizable. A theory with particle masses all coming from a Higgs field is one of these. So the reason to keep the Higgs-field ‘ether’ is that it is consistent with quantum mechanics and locality, while simply saying that all the particles just have fundamental masses is (surprisingly) not.

Wir schießen erst auf ein Scheunentor – und malen danach um das Einschussloch die konzentrischen Ringe der Zielscheibe. Volltreffer! Pardon: Renormalization... ;-)

What does the Higgs boson have to do with this story about the ground-state field amplitude? Nothing, directly. But indirectly it is a confirmation. Theory says that mass can only come through a Higgs-like field, but how can we test this theory? It is a bit like trying to test the theory that the Coulomb force is not just a direct ‘Fernwirkung’ but is rather mediated by a local field. The best test is to show that the field does not only produce constant effects, but also supports its own dynamical excitations. Hertz proved this for the electric field, by finding electromagnetic waves. Higgs bosons are like those Hertzian waves. Unlike electromagnetic waves, they are not themselves very useful; but they do indirectly confirm our basic theory that all interactions are local.

What this again means is that the particle physics hype, about how the Higgs boson solves the mystery of mass, is not really just hype; but then again, it does have some element of hype. What has really been found is indirect experimental evidence on a profound but highly technical issue of relativistic quantum mechanics. That’s not bad, but it’s not really that we have caught the particles that stick to everything, or anything like that.

About how much of mass comes from the Higgs mechanism, and how much from nuclear interactions: that’s a special thing for light quarks. The ‘bare’ quark masses of about 5 GeV for up and down quarks, as revealed by deep inelastic scattering measurements, come from the groundstate Higgs field amplitude; but of course three valence quarks would only make up a tiny fraction of the 2000 GeV mass of a proton or neutron. The extra hadron mass is thought to be from the binding energy of QCD gluons.

Das lese ich seit Jahrzehnten immer wieder. Aber woher hat die Bindungsenergie der Gluonen die Masse? Wenn diese Energie (nach $E = mc^2$) diese Masse einfach IST – nun, dann WÄREN auch die oben genannten 5 GeV der Quarks einfach Masse (nach $E = mc^2$). Wenn ich für die Erklärung der Masse der (Bindungs-)Energie kein Higgsfeld oder -Boson benötige, warum dann für die Erklärung der Masse der Quarks? Zwei Ursachen für ein Phänomen, nämlich Masse? Ich hätte da noch ein Rasiermesser von Genosse Ockham...

In this sense, yes, I think it’s true: most of the mass of ordinary matter doesn’t come from the Higgs mechanism at all, but from gluons instead. But for particles without color interaction, like electrons, and also for heavy quarks like top and bottom, almost all the mass does come from the Higgs mechanism. The Higgs boson itself is, as one might expect, a special case. Its mass comes not from the ground-state Higgs field amplitude, but from nonlinear terms in the Higgs field Hamiltonian.

So, so! Masse kommt also von mathematischen Termen! Ich sage lieber mal nix... ;-)

13-15):

The Higgs mechanism explains inertial mass (although only by postulating other things, like the Higgs field) but it indeed says nothing at all about gravitational mass. We still have no decent quantum theory of gravity. Yes, this is still a huge problem.

Quantum field theory as we now have it does not predict fundamental constants, and in fact renormalization introduces a few extra theoretically arbitrary parameters as well, which also just have to be measured. This is the state of the art. To me, this is also a huge problem. I will not be happy until we can calculate the electron mass from first principles. CERN has not brought us any closer to doing this.

All the exotic theories of dark matter or 11-dimensional supergravity have also been extremely disappointing, at least so far. They have not even led to any clear predictions, let alone experimentally verified ones. Particle physics was wonderfully successful for about twenty years, back in the 1960's and 70's and 80's. Since then it has had very few successes to report.

16):

I don't think that it's very realistic to see CERN, or bigger versions of CERN, as giving experimental insight into the Big Bang. This seems to me to be mostly hype. We currently know no reason to expect any qualitative new insights from larger particle accelerators until they are millions of times larger than the LHC. That's not going to happen any time soon.

(A minor point: Cosmological inflation is not in conflict with the constant and maximal speed of light: the universe gets bigger very fast, but that isn't motion. It's just everything stretching, everywhere, at once. The big speeds only come when you add the expansion up over a long distance. Locally, nothing moves faster than light.)⁹

In conclusion:

Finding the Higgs boson is indeed not very much like finding a stable particle. The Higgs is a rare and exotic, highly unstable resonance, at a very high frequency. Its importance lies in its indirect confirmation of some very important fundamental ideas, but it takes quite a lot of theoretical training to appreciate just what the issues involved really are. It also takes a lot of experimental training to appreciate how solid the evidence for the Higgs 'particle' really is, because there's a huge amount of data and data analysis involved.

The Higgs discovery is a significant advance in physics, but it is absolutely not a case of finding a simple answer to a simple question. Both the question and the answer are highly technical. The Higgs is indeed a kind of phantom. A phantom of genuine scientific importance, but a phantom nonetheless.

Was it worth all the money it cost, to find an interesting phantom? To be honest, I would not say so. I think there are lots of other scientific problems that would have given us more bang for our buck.

⁹ Anmerkung post festum: Zur kosmologischen Inflationstheorie vgl. hier S. 24.

The last point, perhaps, is that the Higgs discovery is actually a catastrophe for particle physics. It's the last nail in the coffin. The good scenario would have been to find no Higgs, but instead a zoo of quite unexpected other phantoms. Then there would have been more papers to write and more tunnels to dig. As it is, we give the Nobel prize to a couple of very old guys, and the rest of the entire field has nothing left to do. There could in principle be lots of new things to discover with bigger accelerators, but we see no sign of them, so the scientific case for investing billions more in bigger tunnels is too hard to make. There will be no next generation after the LHC.

Huge problems remain unsolved. What determines the constants of nature? What (if anything) is dark matter? How does quantum mechanics deal with gravity? Where does the 'arrow of time' come from? Particle physics has never made any contribution to those questions, but at one time it seemed that perhaps it might, if we just built a bigger ring. Now the only thing we can do is simply find some big new ideas. That's even harder than building something like CERN.¹⁰

Physiker II

Physiker II, er hat einen Lehrstuhl inne für Experimentelle Physik – Elementarteilchenphysik, schrieb mir seine Antworten direkt in Form einer E-Mail, in der er zunächst ellenlang gegen meine Qualifikation und Quellen zetert, anstatt (sich selbst, mir und auch Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, mächtig viel Zeit sparend) einfach, wie Physiker I, inhaltlich drauflos zu argumentieren. Meine Antwort-Mail, in der die Ursprungs-mail von Physiker II vollständig erhalten ist, sei im Folgenden wiedergegeben – inklusiver der Antworten von Physiker II (in Dunkelrot) auf meine Antworten auf seine Antworten. Auffällig dabei ist, dass Letztere, also die dunkelroten Textstellen, schon sehr viel moderater ausformuliert sind. Nach der Lektüre meiner (blauen) Antworten war Physiker II sehr viel mehr um Sachlichkeit bemüht als in seiner ersten Mail, in der es seitenweise erst mal darum ging, meine Qualifikation und Quellen madig zu machen:

„Sehr geehrter Herr XXX, meine Antworten auf Ihre Antworten unten direkt im Text – sozusagen als blaues Wunder! Schöne Grüße! Egbert Scheunemann

Sehr geehrter Herr Scheunemann, eigentlich fehlt mir die Zeit, um auf Ihre E-Mail angemessen antworten zu können. Und genauso fehlt mir die Zeit, auf die Vielzahl vergleichbarer E-Mails zu antworten oder auf die vielen inhaltlichen Fehler in populärwissenschaftlichen Artikeln zu reagieren.

Für diese E-Mails und Fehler in populärwissenschaftlichen Artikeln sind die Schreiber dieser E-Mails und Artikel verantwortlich. Nicht ich.

Aber aufgrund der Formulierung Ihres Anschreibens rechnen Sie offenbar nicht mit Antworten. Damit aber die Teilchenphysiker nicht deswegen von Ihnen als arrogant oder hochnäsig verurteilt werden,

So etwas würde ich niemals tun! Nur ab und zu würde ich sie (also nicht Sie!) als Hohe Priester in einer Veranstaltung namens Glasperlenspiel bezeichnen...

schreibe ich Ihnen zu später Stunde eine zumindest ‚kurze‘ Antwort auf Ihre E-Mail und Ihre ‚Fragen‘. Was mögliche Zitate meiner Antworten betrifft, so schreibe ich am Ende dieser E-Mail noch ein paar Worte. Aber ich gehe davon aus, dass Ihnen meine Antworten so wenig behagen werden,

¹⁰ Anmerkung post festum: Das ist ein ganz wunderbarer Schlusssatz!

Das wird Ihnen im Folgenden mit meinen Antworten ähnlich ergehen.
als dass Sie diese zitieren wollen.

Liebend gerne würde ich Ihre Antworten publizieren! Auf der Stelle! Ich fürchte eher, dass Sie nach der Lektüre meiner Antworten auf Ihre Antworten letztere – kommentiert durch erstere – nicht mehr publiziert wissen wollen.

Auf Ihre 16 Fragen kann ich eigentlich nur antworten, dass die meisten Ihrer Behauptungen und Aussagen letztlich nur fehlende physikalische Fachkenntnisse widerspiegeln, und zwar Fachkenntnisse, die ein Student in einem normalen Studium der Physik erlernt.

Das ist eine Unterstellung. Sie können nicht wissen, wovon Sie reden. Sie können nicht wissen, was ich in den letzten 25 Jahren an Bergen von Fachartikeln und Fachbüchern aus dem Bereich Naturwissenschaften und speziell Physik durchgearbeitet habe. Mein monatliches Grundpensum liegt bei mehreren Hundert Seiten. Sie scheinen keine Vorstellung davon zu haben, wie man heutzutage Erkenntnistheorie und Naturphilosophie betreibt. Es ist NICHT so, dass man allein die Denkerpose einnimmt, eine Weile grübelt, und dann die Welt mit dem Ergrübelten belästigt.

Da ich befürchte, dass Sie sich durch meine E-Mail möglicherweise persönlich angegriffen fühlen, möchte ich Ihnen zusichern, dass dies keinesfalls und niemals meine Absicht war! Ich wollte Ihnen nur aufzeigen, dass Ihre Vorstellungen und Kenntnisse der physikalischen Zusammenhänge zum Higgs-Teilchen und dessen Entdeckung einige Miss- und Fehlverständnisse aufweisen, wie ich es häufig bei meinen Vorträgen und Gesprächen gefunden habe. Ich habe großen Respekt vor jedem, der mit großem Engagement und Motivation versucht, den Erkenntnissen und Ergebnissen eines Forschungsfeldes wie der Elementarteilchenphysik zu folgen, diese nachzuvollziehen und zu verstehen!

Üblicherweise beziehen sich die Interessierten auf Artikel, die sie in Zeitschriften oder Büchern gelesen haben. Nun sind aber die meisten dieser Zeitschriften und Bücher tatsächlich für eine breitere und interessierte Öffentlichkeit geschrieben, also populärwissenschaftlich. In der Physik, so wie in den meisten Naturwissenschaften, werden Forschungsergebnisse in Fachjournalen veröffentlicht, die die eingereichten Beiträge zunächst einem Peer Review unterziehen. Dabei werden die eingereichten Beiträge von einem oder mehreren Fachwissenschaftlern vor der Annahme des Beitrags zur Veröffentlichung kontrolliert. Solche Fachjournale, in der physikalische Forschungsergebnisse veröffentlicht werden, sind z. B. Physics Letters, Physics Review Letters, Physical Review, European Physics Journal, Nuclear Physics etc.

Veröffentlichungen, die für eine breitere Leserschaft geschrieben werden, also z. B. zum Abdruck in Spektrum der Wissenschaft, Bild der Wissenschaft etc. oder als Bücher, sofern nicht explizit als Lehrbuch eingestuft, werden in der Regel nicht oder nur vom Redakteur bzw. Lektor Korrektur gelesen. Bei diesen Veröffentlichungen wird der Autor (zumeist) angehalten, auf die mathematisch exakte Darstellung zu verzichten, um den Kreis der potenziellen Leser (und Käufer) nicht zu sehr zu beschränken. Es gibt aber nur relativ wenige Autoren, die zugleich wissenschaftsjournalistischen und fachlich qualifiziert sind. Denn, wie schon dargelegt, veröffentlichen Physiker die Fachresultate in Fachjournalen, nicht durch das Schreiben von Büchern (Lehrbücher natürlich ausgenommen). Die Artikel in den Fachjournalen sind auch die Grundlage für Zitate auf Forschungsergebnisse. (Im übrigen wird die Zitationshäufigkeit für einzelne Artikel automatisch ausgewertet, z. B. im Web of Science durch Isi-Knowledge oder – frei zugänglich – auch bei

inspirehep.net, wo es Links auf die Originaltexte der meisten Artikel gibt.) Aber ich bin sicher, dass Ihnen dies vertraut ist.

Sie werden mir nachsehen, dass ich an dieser Stelle nicht die Kenntnisse eines 10-semesterigen Physikstudiums und vor allem der Quantenmechanik, der Quantenfeldtheorie, der Elementarteilchenphysik und der Statistik vermitteln kann. Im Gegenteil hätte ich von Ihnen als Erkenntnistheoretiker und Naturphilosoph erwartet, dass Sie sich von sich aus vertieft mit diesen physikalischen Grundlagen beschäftigt haben.

Siehe oben.

Populärwissenschaftliche Zeitschriften wie Spektrum der Wissenschaft (SdW) sind kein adäquater Ersatz für ein solches vertiefendes Studium.

Die nächste Unterstellung.¹¹ Die Gründe, warum ich mich in meinem Higgs-Artikel auf zwei Sonderhefte von SdW (geschrieben von fachlich qualifizierten Autoren) beschränkt habe, sind dort auf S. 1 f. nachlesbar: www.egbert-scheunemann.de/Higgs-Boson-Fragen-Scheunemann.pdf

Denn SdW wie auch andere populärwissenschaftliche Zeitschrift kämpfen um ein kleines Marktsegment mit marginalen Umsatz- und Gewinnspannen. Da verbietet jeder Redakteur die Vertiefung in die fachwissenschaftlich korrekte Darstellung, weil „eine Formel die Auflage auf ein Zehntel reduziert“, wie mir ein Fachbuchautor persönlich bestätigt hat. Um Leser zu gewinnen, greifen also die Autoren durchaus zu Mitteln, die man aus gewissen Boulevard-Blättern kennt: Übertreibung, drastische Wortwahl und Formulierungen, etc. All das hat nichts mit der Fachwissenschaft zu tun!

Das, was Sie hier schreiben, stimmt teilweise. Als pauschaler Vorwurf ist es Unsinn. Nochmals: In SdW (Sie sprechen nur SdW an, deswegen gehe ich nur darauf ein) werden fast alle Hauptartikel von Fachwissenschaftlern geschrieben, die ihre Forschungsergebnisse als Forschungsteamleiter etc. selbst vorstellen, oder die Forschungsergebnisse von Fachkollegen referieren. Populärwissenschaftlich heißt nicht nichtwissenschaftlich oder gar per se falsch oder unwahr. DER Unterschied zwischen einem (den Forschungsstand getreu wiedergebenden) populärwissenschaftlichen Artikel und einem Fachartikel (z. B. in Science, Nature etc.) ist, dass in ersterem der berühmt-berüchtigte wissenschaftliche Anhang aus Datenbelegen (Tabellen, Grafiken etc.) und Berechnungsformeln etc. größtenteils fehlt. Der bleibt aber nachlesbar in Quellen, die durch die Reihe angegeben werden. Es geht also alles mit rechten Dingen zu.

Jain. Es liegt sehr im Ermessen von Autor und Redaktion, wie präzise und wissenschaftlich fundiert die Darstellung in einem populärwissenschaftlichen Artikel geschrieben wird. Und ich hoffe, dass Sie mir in meiner Einschätzung zustimmen werden, dass ein populärwissenschaftlicher Zeitschriftenverlag zunächst auf die Verkaufsquote achten wird. Die fachliche Genauigkeit ist nach meiner Einschätzung dagegen eher nachrangig.¹²

¹¹ Anmerkung post festum: Meine Formulierung ist missverständlich. Natürlich ist die Lektüre von SdW kein Ersatz für ein Physikstudium. Die Unterstellung ist aber, ich informiere und bilde mich physikalisch *nur* durch die Lektüre von SdW. Und das ist natürlich Unsinn.

¹² Anmerkung post festum: Das ist alles sehr, sehr allgemein formuliert. Physiker II hätte sich (und uns) alles, man verzeihe mir die saloppe Formulierung, Gezeter gegen populärwissenschaftliche Darstellungen sparen und einfach an konkreten Beispielen sagen können, *was konkret* in den Darstellungen der fachlich qualifizierten Autoren von SdW so *ungenau* ist, dass es *falsch* ist. Nehmen wir die Behauptung, dass „Billionen“ Protonenkollisionen nötig sind, um auch nur ein Higgs-Boson zu produzieren (SdW-1, S. 4; SdW-2, S. 8 u. 10: vgl. www.egbert-scheunemann.de/Higgs-Boson-Fragen-Scheunemann.pdf, S. 2): Würde diese Behauptung ‚wahrer‘ dadurch, dass man sagte, dazu sind genau 1.243.886.992.112 Kollisionen nötig? WO GENAU folgt aus irgendeiner vermeintlichen oder realen

Und schließlich: Den Fehlern in populärwissenschaftlichen Artikel stehen die Fehler in fachwissenschaftlichen Artikeln gegenüber.

Jede Übersetzung, Übertragung, Umformulierung etc. birgt die Gefahr einer Verfälschung der ursprünglichen Aussage.¹³ Daher ist der fachwissenschaftliche Artikel im Fachjournal das Fundament, auf das sich populärwissenschaftliche Artikel stützen. Aber populärwissenschaftliche Artikel müssen den Kenntnissen und dem Verständnis eines Lesers entgegenkommen und dabei die fachwissenschaftlich korrekten Zusammenhänge notfalls vereinfachend darstellen. Die Sprache der Physik als exakte Naturwissenschaft ist die Mathematik!

Ein für alle Mal: Inhaltlicher Unsinn kann durch welche mathematische Formalisierung auch immer nicht in inhaltlichen Sinn verwandelt werden.

Ich glaube, wir sind hier der gleichen Meinung, nur dass Sie meine Aussage (aus A folgt B) in negierter Form (aus nicht B folgt nicht A) aufgeschrieben haben.

JEDE mathematische (Definitions-)Formel in einem Lehrbuch der Physik ist eine formalisierte Aussage über die physische Wirklichkeit. Eine mathematische Formel, die inhaltlich nicht interpretiert, also nicht in verständliche Alltagsprosa übersetzt werden kann, ist metaphysischer Unsinn. Wenn in dieser Prosa Fachbegriffe benutzt werden, müssen auch diese wieder alltagssprachlich beschrieben werden. Es muss also das gemacht werden, was jedes gute Fachlexikon macht. Wer Fachbegriffe oder eben mathematische Definitionsformeln aus dem Bereich der Physik nicht alltagssprachlich interpretieren kann, gibt damit nur zu verstehen, dass er die Sache selbst nicht verstanden hat.

Ich fürchte, dass dies nicht möglich ist. Es gibt viele Beispiele dafür. Nehmen Sie z. B. die Quantenmechanik, die in der Kopenhagener Interpretation von einem Kollaps der Wellenfunktion bei der Durchführung einer Messung an einem Quantensystem spricht. Interpretation ist hierbei die Übersetzung der Mathematik in die Alltagssprache. Einstein hat diese Interpretation nie gemocht, sogar per Gedankenexperiment die Widersprüchlichkeit dieser Interpretation aufzeigen wollen (u. a. EPR-Paradoxon mit geisterhafter Fernwirkung). Andererseits haben A. Zeilinger und andere experimentell gezeigt, dass man mit dieser ‚geisterhaften Fernwirkung‘ Signale über 140 km zwischen zwei kanarischen Inseln übertragen konnte (völlig im Einklang mit der Mathematik der Quantenmechanik).¹⁴

Ungenauigkeit meiner Formulierungen (oder der in SdW), aus einer nicht genannten oder abgebildeten mathematischen Formel, dass das, was gesagt wird, FALSCH ist? Dazu schweigt Physiker II.

¹³ Anmerkung post festum: Wieder so eine extrem allgemeine Feststellung und Unterstellung. Eine solche „Gefahr“ mag bestehen. Man muss nur, will man seriöse Wissenschaft betreiben, KONKRET nachweisen, dass ein konkreter Autor dieser Gefahr erlegen ist, dass seine konkrete Umformulierung etwas Ursprüngliches (die Aussagen eines Fachartikels etwa) so verfälscht hat, dass letztlich etwas Falsches gesagt wird.

¹⁴ Anmerkung post festum: Kein schöneres Beispiel hätte Physiker II bringen können dafür, dass viele Physiker oft selbst nicht wissen, was sie daherschwätzen, wenn sie daherschwätzen – z. B., wie die Vertreter der Kopenhagener Interpretation der Quantenmechanik, einen „Kollaps der Wellenfunktion“. Hat schon mal jemand einem Kollaps, einem Zusammenbruch einer Addition oder Subtraktion beigewohnt? Ich auch nicht! Ich würde Euch Physikern dringend raten, immer nur das als physisch seiend hinzunehmen und zu glauben, was Ihr GEMESSEN habt und nicht, was Euch Wellenfunktionen, ob kollabierende oder nicht kollabierende, oder gar halbtote oder halblebendige Katzen oder andere metaphysische Superpositionszustände bzw. Beschreibungen derselben vorgaukeln. Was Zeilinger & Co. GEMESSEN haben, haben sie GEMESSEN. Daran ist dann ganz und gar nichts ‚geisterhaft‘ – nur bestimmte Interpretationen einer bestimmten Wellenfunktion sind es. Und genau deswegen sind sie Stuss. WENN ich IMMER nur konkrete Ergebnisse MESSEN kann, DANN ist jedes Ge-

Aber Physik und Mathematik sind für viele ein ‚rotes Tuch‘, über das man durchaus unter Applaus sagen darf, man hätte es nie verstanden.

Sie reden mit mir, nicht mit „vielen“. Mathematik ist seit Jahrzehnten eines meiner Steckenpferde. Nach meiner frühmorgendlichen Presseschau (als Politologe, der ich auch bin), folgt eine halbe Stunde Übersetzung vom Griechischen ins Deutsche (als Übersetzer, der ich auch bin) und dann eine knappe Stunde Mathematik (als Erkenntnistheoretiker und Naturphilosoph, der ich auch bin). Einer meiner besten Freunde ist promovierter Mathematiker. Er ist seit Jahrzehnten mein privater Mathelehrer. Wenn ich ein mathematisches Problem habe, habe ich es in der Regel nach kurzer Zeit nicht mehr – nach einer Mail an meinen Freund und einer Rückmail von ihm mit der Lösung des Problems.¹⁵ In meinem Buch „Irrte Einstein?“ können Sie meine Ableitung der Formel für die Zeitdilatation nachlesen (S. 32) oder auch meine Erklärung der Einsteinschen Feldgleichungen der ART (S. 143 ff.). Sie sind in Sachen Imponieren mit der Imponierprosa Mathematik bei mir an den dramatisch Falschen geraten.

Unter diesen Voraussetzungen müssen die Fachautoren in SdW etc. die exakten Formeln anschaulich machen. Dabei bleibt schon mal die Präzision auf der Strecke. Um Ihnen die Herkulesaufgabe klar zu machen:

Das ist in keiner Weise eine Herkulesaufgabe. Wenn man die physischen Phänomene, die durch mathematische Formeln beschrieben werden, selbst klar und deutlich verstanden hat, kann man sie klar und deutlich prosaisch zum Ausdruck bringen. Lesen Sie bitte auch nur die ersten drei Seiten meiner folgenden Arbeit, dann wissen Sie, was ich meine: www.egbert-scheunemann.de/Wesen-der-Raumzeit-Kapitel-Einstein-Buch-Scheunemann.pdf

So viel vorab: Es gibt letztlich nur drei Dinge! „Etwas in der Raumzeit!“ Etwas (Materieenergie bzw. Energiematerie in all ihren Erscheinungsformen: Teilchen, Felder, Ladungen, Strahlung etc.) im Raum und in der Zeit! Wenn also jemand behauptet, es gäbe etwas, dessen Masseenergie bzw. Energiemasse null ist oder das keine räumliche oder zeitliche Ausdehnung habe – dann redet er metaphysischen Unsinn!

Nun, mathematisch spricht nichts gegen Objekte der Ausdehnung null.¹⁶ Ein schwarzes Loch ist in der allgemeinen Relativitätstheorie sogar eine Singularität mit räumlicher Ausdehnung null (der Schwarzschildradius bezeichnet nur den Bereich um diese Singularität, aus der Licht nicht entkommen kann). Aber als Experimentalphysiker halte ich mich an das, was man experimentell untersuchen kann.¹⁷ Die Messungen der Größe von Elektronen (und Quarks) ergab in allen Fällen nur Obergrenzen der Ausdehnung (typisch kleiner als 10^{-20} m). Bis hin zu dieser Messgenauigkeit verhalten sich Elektron und Co. wie punktförmige Objekte.¹⁸

schwätzt über Superpositionszustände davor – GESCHWÄTZ. Bei dieser kategorischen Formulierung hängt freilich alles am WENN...

¹⁵ Anmerkung post festum: Es ist diesbezüglich zu zwei Relativierungen, einer positiven und einer eher negativen gekommen. Die positive lautet: Ich musste seit langer Zeit keine Hilfe mehr beanspruchen. Die negative: Sie gehört in den privaten Bereich und soll hier also nicht genannt werden.

¹⁶ Anmerkung post festum: Nochmals: Mathematisch formalisiert kann man jeden noch so großen inhaltlichen Schwachsinn daherschwätzen! 1000x und 1000x macht 2000x! Richtig! Und jetzt setzen wir für $x = \text{Sokrates}$, den historischen Philosophen. Also gibt es – mathematisch – 2000 historische Philosophen namens Sokrates!

¹⁷ Anmerkung post festum: Sehr gute Idee!

¹⁸ Hier geht es schon wieder los mit der Interpretation: Der Durchmesser eines Protons liegt bei etwa $1,7 \cdot 10^{-15}$ m, der eines Wasserstoffatoms aber im Bereich von $25 \cdot 10^{-12}$ m. Die Größe eines Elektrons,

Stellen Sie sich ein reales rotes Tuch vor und versuchen Sie nun jemandem, der das Tuch nicht gesehen hat, zu erklären, wie ‚Rot‘ dieses Tuch ist: So rot wie eine Tomate? Wie eine Kirsche? Wie ein Feuerwehrauto? Nein, es ist ein anderes ‚Rot‘. Eines, dass man nur erkennt, wenn man es selber sieht! Aber als Fachautor dürfen Sie das ‚rote Tuch‘, also die Formeln, nicht zeigen, weil der Leser sie angeblich nicht versteht. Daher kann ich Sie nur auffordern, das ‚rote Tuch‘ selbst zu studieren und zu verstehen, bevor Sie irgendwelche weiteren Thesen und Fragen aus erkenntnistheoretischer oder naturphilosophischer oder sonst einer Sicht formulieren oder veröffentlichen! Als Wissenschaftler ist dies Ihre Verpflichtung und Bringschuld gegenüber Ihren Lesern. Ansonsten reihen Sie sich in die endlose Liste von selbst ernannten Autoren, die ohne fundiertes Wissen sich berufen fühlen, Artikel oder Bücher zu schreiben. Die Buchhandlungen und das Internet sind leider schon voll davon...!

[Siehe oben zur Mathematik.](#)

Nun sollte ich eigentlich auf all Ihre Fragen eine Antwort geben. Aber das übersteigt vermutlich meine Ausdauer, weil ich kaum auf fundiertes Fachwissen aufbauen kann. Also fasse ich mich kurz und – notgedrungen – mit dem gleichen Problem, wie die Fachautoren in SdW, das ‚Rot‘ des ‚roten Tuchs‘ erklären zu müssen, ohne das Tuch zeigen zu dürfen.

[Unsinn. Sie können mir alles zeigen – wenn es denn vernünftig \(empirisch wie logisch\) begründet ist.](#)

Vermutlich sind meine Versuche ähnlich missverständlich, wie die Lösungsansätze der Fachautoren, die als ausgebildete Wissenschaftsautoren mir gegenüber über den Vorzug einer journalistischen Ausbildung verfügen.

[Man kann nicht alles können. Aber vieles!](#)

Ad 1. Es ist eine Entdeckung! Kein ‚Wenn‘ und kein ‚Aber‘!

[Das ist – ohne wenn und aber – eine apodiktische, ja trotzig Behauptung und keine wie auch immer wissenschaftlich \(empirisch, logisch\) belegte Aussage.](#)

Das Verfahren, welches hierfür verwendet wurde, ist seit vielen Jahrzehnten etabliert und mathematisch wie auch wissenschaftlich abgesichert und schon bei vielen anderen Entdeckungen in gleicher Weise zum Einsatz gekommen.

[Sie werden es womöglich schon vermuten: ALLES, was aus ähnlich großem Datensalat mit ähnlich absurd geringer Lebensdauer ‚detektiert‘ worden ist \(etwa die W- und Z-Bosonen\), sehe ich mit allergrößter Skepsis – alter erkenntnistheoretischer Realist \(!\) und Physikalist \(!\), der ich bin.](#)

Dass es sich bei den Messungen am LHC um Superlative hinsichtlich der Menge der Messdaten handelt, ist höchstens eine technologische Herausforderung.

[Falsch. Das ist keine technologische, sondern eine INTERPRETATORISCHE Herausforderung. Der LHC hat einen gigantischen Ozean an Daten produziert. Von den Aberbilliarden der Wellen auf seiner Oberfläche weisen wenige Hundert leichte statistische Ausreißer von der durchschnittlichen Amplitudenhöhe aller Wellen aus. Diese werden als Higgs-Teilchen INTERPRETIERT.](#)

Im Übrigen gibt es genau deshalb zwei unterschiedlich konstruierte und unabhängige betriebene Teilchendetektoren (ATLAS und CMS genannt), damit eine gegenseitige Überprüfung einer Entdeckung möglich ist. Denn als exakte Naturwissenschaft müssen in der Physik die Ergebnisse eines Experiments wiederholbar sein und in der Wiederholung das gleiche Ergebnis liefern. Dies ist bei der Higgs-Entdeckung der Fall!

genauer: seiner ‚Daseinswolke‘ als Materiewelle, scheint also ein bisschen größer als ‚punktförmig‘ zu sein.

Bleiben sie bei der Wahrheit: Der LHC hat keine „Entdeckung“ gemacht, er hat nicht etwas Seiendes ‚nachgewiesen‘, sondern er hat durch die hochenergetische Kollision von PROTONEN etwas PRODUZIERT – nämlich Trümmer, die als Zerfallsprodukte eines Teilchens INTERPRETIERT werden, das selbst nicht, und zwar aufgrund seiner absurd kurzen POSTULIERTEN Lebensdauer, direkt nachgewiesen werden konnte.

Ich vermute, Sie ziehen eine Grenze bei einer Mindestzeitdauer, bevor Sie etwas als „Seiendes“ bezeichnen. Ich weiß nicht, wie kurz diese Mindestzeitdauer ist. Aber es gibt Elementarteilchen, wie das Tau-Lepton, die nur $3 \cdot 10^{-13}$ Sekunden leben. Man kann diese Teilchen nachweisen, von der Entstehung bis zum Zerfall. Dazu nutzt man auch die Zeitdilatation aus, bei der sich im Laborsystem die Lebensdauer eines schnell bewegten Tau-Leptons verlängert. Die meines Wissens kürzeste auf diese Weise bisher gemessene Teilchenlebensdauer ist die des neutralen Pions von rund 10^{-16} Sekunden. Mit diesem Verfahren kann man genauso auch W- und Z-Bosonen (und auch das Higgs-Boson) zwischen Erzeugung und Zerfall sichtbar machen, wenn diese Teilchen nur genügend schnell sind. Es ist einzig, dass die Beschleuniger dafür noch nicht genügend leistungsfähig ist. Aber das braucht man auch nicht, da physikalisch die Resonanzbreite umgekehrt proportional zur Lebensdauer des Teilchens ist. (Die Resonanzbreite ist dabei ein Maß für die Qualität eines Resonators, klassisch-mechanisch gemessen als Güte eines Resonators, also dem Verhältnis aus Resonanzfrequenz und Breite der Resonanzkurve, wobei die Güte in etwa die Zahl der Schwingungen des Resonators bis zum Abklingen der Schwingung ist.) Kurz gesagt, es spricht nichts gegen sehr kurze Lebensdauern. Die einzig schwierige Grenze ist die Planckzeit (ca. 10^{-33} Sekunden), weil spätestens dann die mathematischen Beschreibungen der Quantenmechanik nicht ohne Einbeziehung der Gravitation möglich sind. Dafür gibt es aber noch keine geschlossene theoretische Formulierung. Am nächsten kommt bestenfalls die String-Theorie.¹⁹

Ad 2.

Die kurze Lebensdauer ist überhaupt kein Problem für die Existenz des Teilchens, sondern meist einfach Ausdruck eines fundamentalen Unverständnisses von Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie. Ein ‚Blitz‘ bei einem Gewitter ist auch ein kurzzeitiges Phänomen. Und dennoch würde Sie die Existenz von Blitzen nicht abstreiten, obwohl Sie keinen einzigen Blitz in die Hand nehmen oder auf die Waage

¹⁹ Anmerkung post festum: Ich habe von der Firma „Teilchen existieren ‚wirklich‘ erst ab 10^{-21} Sekunden“ nicht eine Aktie. Ich hätte aber gerne zwei Bedingungen erfüllt: 1. dass das Teilchen wirklich nachgewiesen wurde und nicht aus länger lebenden ‚Zerfallsteilchen‘ nur erschlossen wurde und dass 2. das Teilchen irgendetwas nachweisbar bewirkt, das nicht auch anders hätte bewirkt werden können bzw. zu erklären ist. Ansonsten gilt es in der Tat Folgendes abzuwägen: Wenn das Higgs-Boson als Anregung des Higgs-Feldes zu verstehen ist, dann ist es, sinnbildlich gesprochen, so etwas wie eine Schwingungswelle auf einem Becken, das ich als Schlagzeuger anschlage. Ich würde mich nur nicht auf die Bühne eines Konzertes trauen, in dem nur Töne gespielt werden, die nur 10^{-22} Sekunden dauern. Vor allem nicht, wenn das Publikum Death Metal oder ähnlich reale Physik erwartet... Will sagen: Das, womit sich Physik beschäftigt, sollte vielleicht noch Reste eines physischen DASEINS und WIRKENS involvieren und damit noch Reste einer die physische Welt auch nur andeutungsweise erklärenden RELEVANZ. 99 Prozent der Masse erklärt, wenn es überhaupt etwas erklärt, das Higgs-Boson bzw. der Higgs-Mechanismus nicht. Vielleicht sollte man das poplige ein Prozent, das es erklären soll, dann doch nach Art der Erklärung der ‚restlichen‘ 99 Prozent erklären, also Ockhams Rasiermesser anwenden – zumal das Modell, dem das Higgs-Boson entspringt, d. h. in dem es ein notwendiger Erklärungsbestandteil ist, bekanntlich nicht sonderlich viel erklärt: die konkreten Massen nicht, die Radioaktivität nicht, die Zerfallszeiten nicht – mindestens 19 freie Parameter nicht!

legen können. Das, was Sie von einem Blitz festhalten können, ist bestenfalls eine Photographie. Nichts anderes machen die Teilchendetektoren ATLAS und CMS, nur viel genauer mit viel mehr Detailinformationen, um daraus die Eigenschaften des Higgsteilchens (bzw. Blitzes) quantitativ wie qualitativ vermessen zu können.

[Sehr schlechtes Beispiel. Die Lebensdauer eines Blitzes ist biblisch im Vergleich zu der eines Higgs-Bosons. Ich kann einen Blitz sehen – und seine gegebenenfalls verheerenden Auswirkungen \(Ursache-Wirkung!!!\) beobachten.](#)

Ad 3&4.

In der Tat waren Billionen von Protonkollisionen notwendig, um genügend viele Higgs-Teilchen für den unzweifelhaften Beleg deren Existenz erzeugen und nachweisen zu können. Das hat aber nur damit zu tun, dass es eben nicht einfach ist, Higgs-Teilchen zu erzeugen (siehe auch Ad. 5-7). Daher erklärt sich auch, warum der Nachweis der Existenz dieses Teilchens so lange gedauert hat. Alle bisherigen Apparate (d. h. Beschleuniger und Detektoren) hatten weder genügend Intensität noch Energie, um den Nachweis in kurzer Zeit führen zu können. LHC hat dies in nur zwei Jahren geschafft, weil Energie und Intensität dafür ausreichten. Dass es so vieler Protonkollisionen bedarf, liegt daran, dass man den Ablauf einer solchen Kollision zwischen Protonen nicht steuern kann. Es gibt keine Schalter, Schieber oder Ähnliches, sodass genau nur ein vorgegebener Ablauf der Kollision möglich ist, dass also explizit Higgs-Teilchen erzeugt werden. Wenn Sie es selbst ausprobieren wollen, dann nehmen Sie eine Handvoll 1 Centstücke und werfen diese in hohem Bogen auf den Boden. Dabei sollte ab und zu ein Centstück nicht flach auf dem Boden zu liegen kommen, sondern auf dem Rand stehen bleiben. Versuchen Sie es. Aber Sie müssen oft werfen, um einmal erfolgreich zu sein. Denn es ist möglich. Oder anders gesagt: Es gibt eine endlich große Wahrscheinlichkeit, dass dies passiert. So ist das auch mit den sechs Richtigen mit Superzahl. Sie wissen, dass es möglich ist! Aber kennen Sie einen Gewinner persönlich? Würden Sie, falls Sie niemanden persönlich kennen, schlussfolgern, dass es dann nicht möglich ist, sechs Richtige plus Superzahl zu tippen? Und können Sie den Ausgang der Ziehung beeinflussen, sodass genau Ihre Zahlen gezogen werden? Ich denke, dass Sie beides mit ‚Nein‘ beantworten müssen. Das sind aber genau die Voraussetzungen, unter denen die Protonkollisionen stattfinden: Sie wissen, dass es das Higgs-Teilchen geben muss, aber Sie können die Kollisionen nicht beeinflussen, um jedes Mal ein Higgs-Teilchen zu erhalten. Im Übrigen ist die Wahrscheinlichkeit, ein Higgs-Teilchen in Protonkollisionen zu erzeugen, viel geringer als für sechs Richtige mit Superzahl. Das liegt aber an der Konstruktion von 6 aus 49, denn wenn die Wahrscheinlichkeit auf den Supergewinn zu klein wäre, würde niemand den (vergeblichen) Versuch starten, den Supergewinn gewinnen zu wollen.

[Sie bringen hier wahrscheinlichkeitstheoretisch zwei völlig verschiedene Dinge bzw. Argumentationen meinerseits durcheinander:](#)

1. Ich sage, dass man in keinem vernünftigen Sinne mehr von einem Ursache-Wirkungszusammenhang sprechen kann, wenn Billionen TREFFER (Kollisionen, also auf der Kante stehende Münzen!!) NICHT zu einem (gewünschten) Ergebnis führen – dann aber zufälligerweise alle Billionen Mal EIN MAL doch. Früher war’s in der Physik mal umgekehrt: Führte ein identisches Experiment immer wieder und tausendfach zu gleichen Ergebnissen, galt der Ursache-Wirkungszusammenhang als sicher – geschweige denn bei BILLIONEN positiven Ergebnissen von Billionen Versuchen. Wenn in letzterem Fall mal ein Experimentdurchlauf NICHT zur ansonsten billionenfach erzielten Wirkung führte – nun, dann hat man das als völlig zu vernachlässigenden statistischen Ausreißer betrachtet. Die Relationen haben sich inzwischen aber völlig auf den Kopf gestellt: Jetzt hat man billionenfach KEIN Ergebnis,

keine Wirkung – und nur jedes billionste Mal eine Konstellation von Trümmern, die man als Trümmer eines gewissen Etwas interpretiert...

2. Mein Vergleich mit dem Lottogewinn bezog sich auf die Aussage, dass die Wahrscheinlichkeit, dass es sich beim ‚gefundenen‘ Higgs-Boson um Fehlmessungen oder rein statistische Fluktuationen handelt (Punkt 4 in meinem Higgs-Artikel), bei ‚eins zu einer Million‘ liege. Nochmals: Wenn schon fast jede Woche jemand im Lotto den Hauptgewinn zieht, obwohl diese Wahrscheinlichkeit VIEL geringer ist (nämlich eins zu 140.000.000) als die Wahrscheinlichkeit von Fehlmessungen und statistischen Fluktuationen beim Higgs-Boson – nun, dann würde ich das Higgs-Boson als HÖCHSTWAHRSCHEINLICHES Resultat von Fehlmessungen und rein statistischen Fluktuationen betrachten.

Ich glaube, den Kern Ihres Kritikpunktes zu verstehen. Es ist nicht so, dass allein die Vielzahl der Kollisionen das Higgs-Signal als statistische Fluktuation erzeugt! Vielleicht gelingt es mir, Ihnen dies mit einem Vergleich klarer zu machen. Dazu zunächst zur Erklärung Folgendes: In Proton-Proton-Kollisionen treten immer wieder Photonen auf. Es gibt mehrere wohlbekannte Prozesse, die Photonen erzeugen. Diese können auch paarweise in einer Kollision zweier Protonen auftreten. Wenn man diese beiden Photonen einer Kollisionsreaktion kombiniert, erhält man eine charakteristische und reine statistische Verteilung der Photon-Photon-Paarmassen. Das ist die völlig zufällige Verteilung, die Sie im Artikel von G. Wolschin, SdW 12/2013, S. 22 sehen. Auf dieser Verteilung erhebt sich eine kleine Beule. In diesem Bereich finden sich mehr Beobachtungen von Photon-Photon-Paaren. Dieser Überschuss lässt sich nicht durch statistische Fluktuationen erklären, denn die Wahrscheinlichkeit, dass eine statistische Fluktuation zu diesem Überschuss führt, ist mittlerweile nur noch 1:140 Millionen.²⁰ Gemäß der allgemeinen Übereinkunft in der experimentellen Elementarteilchenphysik genügt schon eine Wahrscheinlichkeit von 1:100.000 (entsprechend 5 Standardabweichungen), um eine Entdeckung behaupten zu dürfen. Folgendes Experiment stellt die experimentelle Situation nach: Man würfle mit zwei Würfeln und berechne die positive Differenz der gewürfelten Augenzahl. Die Häufigkeit dieser Differenzen wird gezählt. Dabei ergibt sich eine charakteristische statistische Verteilung, denn es gibt 6 Möglichkeiten für Differenz Null, 5 Möglichkeiten für Differenz 1, 4 Möglichkeiten für Differenz 2, 3 Möglichkeiten für Differenz 3, 2 Möglichkeiten für Differenz 4, 1 Möglichkeit für Differenz 5. Die erwartete charakteristische statistische Verteilung hat also die Form 6:5:4:3:2:1 für Differenzen von 0:1:2:3:4:5. Wenn nun beim Würfeln, sagen wir, die Differenz 3 häufiger vorkommt, dann kann man dies nur dadurch erklären, dass die beiden Würfel miteinander korreliert sein müssen. (Ein abweichender Würfel verschiebt die Verteilung nur gleichförmig nach oben oder unten.) Die statistische Signifikanz dieser Korrelation folgt daraus, wie viel häufiger die Differenz 3 im Vergleich zur charakteristischen statistischen Erwartung gezählt wurde. (Jeder Würfel entspricht einem Photon. Die Dif-

²⁰ Anmerkung post festum: Lotto (Gewinnwahrscheinlichkeit beim Hauptgewinn: 1:140 Millionen) lässt Grüßen! Natürlich gewinnt nur (fast) jede Woche einer den Hauptgewinn, weil *Millionen* von Menschen (mehrere) Tipps abgegeben haben. Aber um nur ein Higgs-Boson zu produzieren, muss es sogar zu *Billionen* von Zusammenstößen kommen, müssen Billionen von ‚Tipps‘ abgegeben werden! Und genau genommen – und um im Bild zu bleiben – müssen sogar Billionen von *sieben Richtigen* (Sechser mit Zusatzzahl) abgegeben werden in Form von *Treffern*, um ein Higgs-Boson zu produzieren! Es sind *Treffer* unter sonst gleich bleibenden experimentellen Bedingungen! Billionen ‚sieben Richtige‘ führen nur zu einer Auszahlung des Hauptgewinns, dem Higgs-Boson!

ferenzen der Photon-Photon-Paarmasse. Der Überschuss bei Differenz 3 der überschießenden Beobachtung bei 125 GeV.) Dass der beobachtete Überschuss tatsächlich einem Higgs-Teilchen zuzuschreiben ist, folgt nicht nur aus der Beobachtung des $H \rightarrow \text{Photon} + \text{Photon}$, sondern auch aus weiteren Prozessen wie $H \rightarrow W W$, $H \rightarrow Z Z$, $H \rightarrow \text{tau tau}$ etc. Jede der Häufigkeiten dieser Prozesse wurde mit der Erwartung für ein Higgs-Teilchen verglichen. Und im Rahmen der bisherigen Messgenauigkeit stimmten alle Messungen mit der Erwartung für ein Higgs-Teilchen überein. Daher ist die Behauptung korrekt, dass man ein neues Elementarteilchen entdeckt hat, das in seinen bislang untersuchten Eigenschaften (Produktionshäufigkeit, Umwandlungen in andere Elementarteilchen, Spin) im Rahmen der bisherigen Messgenauigkeit mit den für ein Higgs-Teilchen vorhergesagten Eigenschaften übereinstimmt. Um diese Behauptung weiter zu fundieren, müssen auch die übrigen Eigenschaften des Higgs-Teilchens untersucht und vermessen werden, also weitere Umwandlungsmöglichkeiten wie $H \rightarrow \mu \mu$, $H \rightarrow b b$, $H \rightarrow Z \gamma$, Lebensdauer etc.

Ad 5-7 und 9.

Hier offenbart sich die übliche Unkenntnis von Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie.

Hier offenbart sich erneut Ihre Vorgehensweise, zuerst gegen meine Person zu schießen, bevor Sie Argumente bringen – und falsche mal wieder:

Grundlage ist ein Feld, für das Quantenanregungen existieren. Also z. B. ein elektromagnetisches Feld, dessen Quantenanregungen Photonen sind. Oder auch das Higgs-Feld, dessen Quantenanregung das Higgs-Teilchen ist.

Grundlage ist vielmehr, dass das Higgs-Feld in keiner Weise physikalisch nachgewiesen ist – ganz im Gegensatz zu elektromagnetischen Feldern, die man aufs Dramatischste spüren kann, wenn sie kräftig genug sind und man ihnen zu nahe kommt...

Es gibt andere Felder, die auch existieren, ohne dass Sie deren Auswirkungen spüren können. Dass ich elektromagnetische Felder als Beispiel gewählt hatte, liegt einfach daran, dass den meisten Menschen solche Felder aus dem Alltag bekannt sind. Alternativ hätte ich auch das Farbfeld der starken Kraft wählen können, dessen Quantenanregung Gluon-Teilchen sind. Oder das elektroschwache Feld, dessen Anregung die W-Bosonen sind, dessen Wirkung man z. B. im radioaktiven Betazerfall feststellen kann. Anders gesagt: Es gibt Felder und Kräfte, für die der Mensch keine Sensoren hat, die man aber mit geeigneten Detektoren nachweisen und messen kann. Das Higgs-Feld ist in diesem Sinne keine Ausnahme davon.²¹

Solche Quantenanregungen sind vergleichbar zu Resonanzen. Hier ein Versuch, dies besser zu veranschaulichen: Stellen Sie sich ein Weinglas vor. Wenn Sie dieses anschlagen, dann schwingt das Glas und man hört einen Ton. Dieser Ton klingt nach einer Weile ab und verhallt. Das Weinglas ist nun das ‚Feld‘ und das schwingende Glas die ‚Quantenanregung‘ bzw. das ‚Teilchen‘, das Verhalten des Tons ist der ‚Zerfall des Teilchens‘, der Ton, der an Ihr Ohr dringt, ist das ‚Zerfallsprodukt‘ des Teilchens. Wenn Sie das Weinglas auf den Tisch stellen und anschlagen, dann klingt der Ton lange nach, die Lebensdauer ist lang. Stellen Sie das Glas nun ins Spülbecken und füllen Sie das Spülbecken mit Wasser, bis das Weinglas komplett im Wasser steht. Wenn Sie dann das Glas anschlagen, werden Sie vermutlich keinen Ton hören, weil die Lebensdauer

²¹ Anmerkung post festum: Die Aussage des letzten Satzes ist *objektiv falsch*. Es gibt *keine* Detektoren für das Higgs-Feld. Es wurden ‚Zerfallsprodukte‘ von Protonen gemessen, von denen auf ein Higgs-Boson *geschlossen* wurde, das wiederum eine Manifestation (Anregungszustand) des Higgs-Feldes sein *soll*.

des Tons so kurz ist, die Schwingung des Glases also sehr schnell verhallt. Dennoch gibt es eine Schwingung des Glases, also ein Teilchen! (Dies kann man in einem einfachen physikalischen Experiment beweisen, indem man mit einem Lautsprecher das Glas mit dem passenden Ton beschallt, woraufhin man die Schwingung des Glases im Wasser sehen kann.)

Schönes Beispiel für NACHWEISLICHE Quantenanregungen NACHWEISLICHER Felder. Kein gutes Beispiel für definitiv nicht nachgewiesene Felder und nur aus gigantischen Datensalatschüsseln bzw. -spülbecken herausinterpretierte Quanten.

Ein Teilchen kann dabei in verschiedener Weise zerfallen (das Higgs-Teilchen z. B. in zwei Photonen) und diese Zerfallsweisen können unterschiedlich häufig sein (fürs Higgs-Teilchen ist der Zerfall in zwei Photonen tatsächlich recht selten, andere Zerfälle geschehen viel häufiger, können allerdings mit den Teilchendetektoren nicht einfach identifiziert werden). Im Übrigen vermischen Sie in Ihren Fragen die theoretisch vorhergesagten Eigenschaften eines Higgs-Teilchens und die experimentell verifizierten Eigenschaften.

Was vermische ich wo wie? Ich sage nur immer wieder, dass DIE Eigenschaft eines Teilchens, nämlich seine Masse (und also Energie), nicht theoretisch vorausgesagt wurde. Insofern ist eine experimentelle „Verifikation“ diese Teilchens unmöglich! Was wollen Sie denn „experimentell verifizieren“ – wenn Sie gar nicht wissen, WAS, nämlich welche Masse und Energie, zu verifizieren ist?

Ad 8.

Der Spin ist eine Eigenschaft eines Teilchens, die sich in charakteristischer Weise auf die Zerfallsprodukte überträgt. Also kann man aus den Zerfallsprodukten auf den Spin des ursprünglichen Teilchens zurückschließen.

Stimmt. Die Ursprungsteilchen waren aber PROTONEN, die man aufeinander geschossen hat. Alles andere ist, ich wiederhole mich, INTERPRETATION.

Ad 10.

Ja, das Higgs-Teilchen kann sich selbst Masse verleihen, durch die sogenannte Selbstwechselwirkung. Genauso kann ein negativ geladenes Elektron mit seinem eigenen elektrischen Feld wechselwirken. An diesem Verhalten ist seitens der Physik und Mathematik nichts Verwerfliches. Man behandelt dies mit der sogenannten Renormierungstheorie.

Mir sind auch andere Renormierungstheorien bekannt, zum Beispiel die: Man schieße auf ein Scheunentor und male im Nachhinein die Zielscheibe konzentrisch um das Einschussloch. Volltreffer!²² Aber um es nicht mit Theorie, sondern mit realer Physik zu probieren: Bosonen sollen Kraftübertragungsteilchen sein. Das Photon etwa kriegt seine Energie vom Atom, das es aussendet (via Quantensprung des Elektrons auf eine niedrigere Energiestufe). Ein anderes Atom, das das Photon absorbiert, nimmt dessen Energie auf (durch den Sprung des Elektrons auf eine höhere Energiestufe). Was würden Sie also zu jemandem sagen, der behauptet, das Photon könne seine Energie SELBST aus einer „Selbstwechselwirkung“ erhalten – so wie das Higgs-Boson seine Masse aus einer analogen „Selbstwechselwirkung“?

Renormierung ist aus Sicht der reinen Mathematik etwas Unschönes.²³ Aber man kann die Selbstenergie beispielsweise eines Elektrons nicht ausrechnen, ohne auf

²² Anmerkung post festum: Ich musste hier leider etwas wiederholen, was ich so schon gegenüber Physiker I gesagt hatte (vgl. hier S. 7). Auch im Folgenden wird es hier und da zu Wiederholungen kommen. Sie ließen sich nicht ganz vermeiden, weil ich verschiedenen Physikern auf inhaltlich identische Antworten eben inhaltlich Identisches erwidert habe.

²³ Anmerkung post festum: Nicht nur aus Sicht der Mathematik...

divergente mathematische Ausdrücke zu stoßen. Aus Sicht der Physik ist es aber nur pragmatisch, die mathematische Formeln an die experimentelle Messung anzuknüpfen bzw. zu reskalieren, um die Vorhersagekraft der mathematischen Formeln zugänglich zu machen. Käme dabei Unsinn heraus, wäre das Verfahren zu verwerfen. Man erhält mit dem Verfahren aber Vorhersagen, die sich wiederum experimentell überprüfen lassen. Und dabei ist bei einigen Messungen (z. B. anomales magnetisches Moment des Elektrons) eine Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment auf 12 signifikante Dezimalstellen gefunden worden. (Damit ist die Quantenelektrodynamik mit dem Verfahren der Renormierung mindestens genauso genau getestet und bestätigt worden wie die ART.)²⁴

Und, ja, das Higgs-Teilchen verleiht anderen Elementarteilchen die träge Masse, also das Vermögen, einen Bewegungszustand beizubehalten (fachlich: Impuls und Impulserhaltung). Der Großteil der Masse eines Protons oder Neutrons stammt aus der Bindungsenergie der Quarks im Proton oder Neutron. Auch daran ist nichts verwerflich oder kritisierbar. Sie können sich das einfach damit erklären, dass die Quarks mit relativistischen Geschwindigkeiten im Proton oder Neutron herumsausen und deswegen einen relativistischen Massenzuwachs erfahren, also viel schwerer erscheinen, als sie allein nach der Wechselwirkung mit dem Higgsfeld sind. Das ist grundlegende Physik. Und man kann dies sogar ausrechnen. Allerdings sind die zu lösenden Formeln sehr kompliziert, sodass man diese derzeit nur mittels Hochleistungsparallelrechner und den sogenannten Gitterrechnungen lösen kann. Damit können aber die Massen von Elementarteilchen, die aus Quarks aufgebaut sind, tatsächlich sehr genau berechnet werden. Keine Magie, kein Hokusfokus, sondern einfach nur sorgfältige physikalische Berechnungen, basierend vor allem auf Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie.

Wo spreche ich diesbezüglich von „Magie“ oder „Hokusfokus“? Und an dem, was Sie beschreiben, ist nichts „relativistisch“ – sondern quasi mit einer (natürlich entsprechend konstruierten) Waage ganz realistisch zu messen! Und Sie müssen auch nicht bis runter zu den Quarks, diesen postulierten ‚Teilen‘ von Protonen, die (theoriadäquat!) überhaupt nicht als ‚Teile‘ separiert werden können und genau deswegen auch gar keine ‚Teile‘ sind – jedenfalls in einem auch nur halbwegs vernünftigen Sinn dieses Begriffes. Schon der wachsende Widerstand eines sich immer schneller drehenden Kreisels gegen Positionsveränderungen zeigt das. Und etwa auch die über neun Milliarden Schwingungen pro Sekunde eines Cäsiumatoms zeigen das. (Ich nenne nur dieses Beispiel, weil ich die Zahl gerade im Kopf habe.) Das Ding ist: Es muss nur immer ETWAS geben, was in irgendeiner Weise rotieren, schwingen etc. kann, um damit ‚relativistische‘ Masse, besser: Masse überhaupt haben zu können. Dieses Etwas muss selbst anfänglich gar keine Masse haben! Oder gar durch das Higgs verliehen bekommen! So wie das Photon z. B., das ja eine Ruhemasse = null hat (‚hat‘): Wenn es da ist, schwingt es als elektromagnetische Welle, und wenn diese Schwingung weg ist (Frequenz = null), ist auch es selbst weg, ist es absorbiert, hat es seine Energie (Masse), seine Masse (Energie) an das absorbierende Atom übergeben.

Ad 11.

Vergleiche ‚rotes Tuch‘.

²⁴ Anmerkung post festum: Das ist eine Antwort allein auf den methodisch-wissenschaftlichen Wert von Renormierungen, nicht auf meine Frage, wie das Higgs-Boson durch ‚Selbstwechselwirkung‘ zu seiner Masse kommen soll, wenn das Photon (ein anderes Boson) seine Energie (Masse) auch nicht aus einer ‚Selbstwechselwirkung‘ erhält. Eine Masseproduktion ex nihilo würde die Erhaltungssätze verletzen!

Vgl. meine Ausführungen zu Ihrem ‚roten Tuch‘.

Ad 12.

Auch hier liegt ein weit verbreitetes Missverständnis vor, was ‚Teilchenzerfall‘ bedeutet. Falsch ist, dass ein Teilchen aus den Dingen bestehen muss, in die es zerfällt.

Warum? Argumente? Überzeugende womöglich gar?

Wie wäre es mit dem Photon, das vom o. g. Cäsium-Atom abgestrahlt wird. Wenn ich es im Kopf richtig überschlage, dann hat das Photon eine Wellenlänge von ca. 1 cm. Ein Photon dieser Größe kann beim Zerfall des angeregten Cäsiumatoms nicht im Atom vorhanden gewesen sein.²⁵

Dies entspricht dem landläufig vertrauten Begriff ‚Zerfall‘, so wie eine Ruine zerfällt, indem die Steine aus den Mauern fallen. Der Begriff ‚Zerfall‘ ist eher eine unglücklich Übersetzung des englischsprachigen Begriffs ‚decay‘.

Sie nutzen diesen Begriff weiter oben selbst! Heerscharen von Physikern nutzen diesen Begriff! Ganze Bibliotheken von Fakultäten der Physik sind damit vollgeschrieben!

Ja, auch ich verwende den Begriff ‚Zerfall‘. Wahrscheinlich sogar wider besseren Wissens. Im Allgemeinen bemühe ich mich, in öffentlichen Vorträgen den Begriff ‚Zerfall‘ zu vermeiden und stattdessen ‚Umwandlung‘ oder ‚Verwandlung‘ zu sagen.

Während der landläufige Begriff ‚Zerfall‘ im Englischen eher ‚disintegration‘ meint. Besser wäre vielleicht die Bezeichnung ‚Umwandlung‘ oder ‚Verwandlung‘. Das Higgs-Teilchen wandelt sich in zwei Photonen um oder in zwei Quarks oder in andere Teilchen, die Masse besitzen. Denn das Higgs-Teilchen kann sich nur in massebehaftete Teilchen umwandeln. Und dass sich das Higgs-Teilchen in masselose Photonen umwandelt, liegt an der Quantenmechanik und der Heisenbergschen Unschärferelation.

Mit Verlaub: Das ist kompletter Unsinn. Photonen tragen IMMER Energie und damit Masse. Das hat mit der Unschärferelation NICHTS zu tun. Nur die rein hypothetische, theoretische Konstruktion namens ‚Ruhemasse‘ des Photons ist null. Nur gibt es keine ruhenden Photonen! Es gibt keine Photonen mit der Schwingungsfrequenz null! $E = h \cdot f$. Ist f null, dann ist E null – und damit auch jede Masse.

Photonen sind masselos gemäß der allgemeinen relativistischen Massenformel:

$$m^2 = (E/c^2)^2 - (p/c)^2$$

Manche Physiker, z. B. Lev Okun, prangern den Begriff der ‚Ruhemasse‘ als falsch an, weil ein Teilchen immer einen definitiven Massenwert haben sollte, egal in welchem Inertialsystem man das Teilchen beobachtet.²⁶ Im Übrigen steht auf der rechten Seite der Einsteinschen Feldgleichungen der Energie-Impuls-Tensor, d. h. die Krümmung des Raumes (linke Seite der Feldgleichung) koppelt an

²⁵ Anmerkung post festum: Stimmt, dieser Größe nicht. Aber im Prinzip ist es möglich, dass das Photon bei gleicher Energie in Form kleinerer Wellenlänge mit entsprechend höherer Frequenz im Atom ‚steckt‘ (nur das Produkt aus den Faktoren λ und f muss ja gleich bleiben). Ich sage nicht, dass es so *ist*. Ich sage, dass es *möglich* ist. Und Photonen kommen aus den Atomen dann doch so irgendwie messbar (und gelegentlich sogar sichtbar) raus – im Gegensatz etwa zu Quarks, an deren Existenz ‚im‘ Proton bzw. Neutron der Mainstream der Physik ja nicht zweifelt...

²⁶ Anmerkung post festum: Nicht nur manche Physiker prangern den Begriff der ‚Ruhemasse‘ (und noch mehr den vollendet unsinnigen der ‚Ruheenergie‘) an, selbst (mindestens) ein Erkenntnistheoretiker und Naturphilosoph tut das: vgl. www.egbert-scheunemann.de/Wesen-der-Raumzeit-Kapitel-Einstein-Buch-Scheunemann.pdf, speziell S. 10 ff.

den Energie-Impuls-Tensor.²⁷ Da man die Krümmung des Raumes als Auswirkung der Masse betrachten kann (oder auch umgekehrt), folgt aus den Feldgleichungen, dass der Energie-Impuls-Tensor zu einer Raumkrümmung führen kann. Somit kann ein Teilchen, auch ein masseloses, das über Energie und Impuls verfügt, den Raum krümmen.²⁸

Diese erlauben, dass das Higgs-Teilchen sich zunächst in ein Paar von massiven Teilchen + Antiteilchen umwandelt, welche dann wie Materie und Antimaterie in zwei Photonen zerstrahlen. Auch hier ist keine Mystik im Spiel.

Wo rede ich von Mystik?

Ad 13.

Siehe Ad 10.

Siehe meine Ausführungen zu „Ad 10“.

Ad 14-15.

Mit der Entdeckung des Higgs-Teilchens ist das Teilchenbild im ‚Standardmodell der Elementarteilchenphysik‘ komplett. Damit ist keineswegs gemeint, dass die Physik komplett sei. Sondern nur, dass es eine theoretisch geschlossene Formulierung von Eigenschaften und Wechselwirkungen von Elementarteilchen gibt, die experimentell bestätigt, nachgewiesen und überprüft wurde.

Na ja. Was zum Higgs-Boson (oder zu den W- und Z-Bosonen) zu sagen ist, habe ich gesagt. Und was zu den Quarks zu sagen ist, habe ich angedeutet.

Dabei ist allen Teilchenphysikern klar, dass das Standardmodell nicht die letzte Antwort ist. Eben weil Gravitation darin noch nicht berücksichtigt ist.

Genau.

Eben weil das Standardmodell keine Erklärung für die Dunkle Materie und Dunkle Energie im Universum hat.

Genau.

Eben weil das Standardmodell nicht erklären kann, warum unser Universum nur aus Materie und nicht auch aus Antimaterie besteht.

Genau.

Eben weil das Standardmodell nicht erklären kann, warum es sechs verschiedene Arten von Teilchen und vier verschiedene Arten von Kräften zwischen den Teilchen gibt.

Genau.

Eben weil das Standardmodell nicht begründen kann, warum der Raum dreidimensional ist, warum es nur eine Zeitdimension gibt.

Genau.

Die theoretischen Physiker beschäftigen sich mit solchen Fragen und suchen Antworten darauf. Selbst Einstein hat nach der Formulierung der Allgemeinen Relativitätstheorie viele weitere Jahre nach eine Verbindung von Gravitation und Elektromagnetismus gesucht. Erfolglos. Wobei schon ca. 1927 die Physiker Klein und Kaluza mathematisch beweisen konnten, dass eine solche Verbindung in drei Raum- und einer Zeitdimension nicht möglich ist, sondern mindestens eine vierte Raumdimension benötigt. Hier müssen wir wohl noch auf den genialen Kopf warten, der die vielen Indizien, die es gibt,

²⁷ Anmerkung post festum: So, so! Dort oben steht wortwörtlich, dass die Krümmung des *Raumes* an einen *Tensor* koppelt! Ein (als gekrümmt behauptetes) *physikalisches Etwas* koppelt an einen *mathematischen Term*! Und das muss man sich als *Erkenntnistheoretiker* und *Naturphilosoph* von einem *Physiker* sagen lassen!

²⁸ Anmerkung post festum: Was dort oben steht zum Zusammenhang zwischen Masse (Energie) und (vermeintlicher) Raumkrümmung hat NICHTS mit der Heisenbergschen Unschärferelation zu tun. Um die ging es in obigem Kontext aber allein.

richtig zusammensetzt. So, wie es einst Einstein bei der Formulierung der Relativitätstheorie gemacht hat.

Um es so zu sagen: Wäre ich Diktator, ich würde jeden auf der Stelle entmündigen lassen, der behauptet, dass aus dem Umstand, dass man Potenzen mit Exponenten > 3 auf ein Blatt Papier schmieren kann, zu schließen sei, dass der PHYSISCHE RAUM mehr als drei Dimensionen hat. Nach der Verbindung von Gravitation und Elektromagnetismus muss nicht gesucht werden, sie ist DA! Photonen einer bestimmten Energie (Masse) wechselwirken NACHWEISBAR mit Gravitationsfeldern einer bestimmten Stärke. Solange man Gravitation freilich nicht als Kraft (wie alle anderen drei grundlegenden Naturkräfte), sondern nach Art der ART ‚geometrisch‘ (also nicht) erklärt – solange wird man diesen Zusammenhang natürlich nicht erklären können. Ganz knapp: Geometrie ist ein Teil der Mathematik und Mathematik ist formalisierte (grammatisch systematisierte) Sprache. Eine ‚geometrische‘ Erklärung einer physischen Kraft kommt also einer SPRACHLICHEN Erklärung dieser physischen Kraft gleich – also gar keiner Erklärung! In der ART ‚erklärt‘ die Krümmung der Schiene die Beschleunigung des Zuges!

Es gibt durchaus reizvolle Aspekte der zusätzlichen Dimensionen der String-Theorie. Nur ein (sehr vereinfachtes!) Beispiel: Die Physik kann nicht erklären, warum Ladungen wie die elektrische Elementarladung quantisiert sind. Wenn man sich nun eine zusätzliche Dimension vorstellt, die wie ein Möbiusband aufgewickelt ist, dann kann man einmal um dieses Band herumlaufen, kommt wieder an den Ausgangspunkt zurück, aber auf der falschen Seite des Bandes! Dieser eine Umlauf führt also auf einen neuen Zustand am gleichen Ort²⁹ im 3-dim Raum. Diese Windung entlang des Möbiusbandes könnte also eine quantisierte Größe (oder Ladung) darstellen. Und wenn man nochmals auf dem Band herumläuft, kommt man wieder am Ausgangspunkt an, und zwar auf der vorderen Seite des Bandes (entsprechend also Ladung null). In diesem Sinne könnten ‚aufgewickelte‘ Dimensionen den quantisierten Ladungen der Elementarteilchen entsprechen. Und nun kann man zählen, wie viele Ladungen benötigt werden:

- 1 elektrische Ladung
- + 2 schwache Ladungen
- + 3 Farbladungen
-
- = 6 Ladungen entsprechend 6 zusätzlichen Dimensionen
- + 4 Raum- und Zeitdimensionen
-
- = 10 Dimensionen
- + 1 Gravitation
-
- = 11 Dimensionen

Vielleicht ist es Zufall, aber die von den String-Theoretikern diskutierten M-Theorien sind 11-dimensional. Die Superstring-Theorien sind 10-dimensional. Ich bin kein String-Theoretiker. Aber die Erklärung der quantisierten Ladungen als Windungen (oder Windungszahlen) in einer kompaktifizierten Dimension könnte eine plausible Erklärung sein...³⁰

²⁹ Anmerkung post festum: Das ist definitiv *nicht* der gleich Ort.

³⁰ Anmerkung post festum: Bis auf die „4 Raum- und Zeitdimensionen“, also drei Raumdimensionen (und eine Zeitdimension), haben alle oben genannten anderen ‚Dimensionen‘ NICHTS mit Raumdimensionen zu tun! Es sind ‚Dimensionen‘ wie etwa in der Alltagssprachlichen Wendung, dass das

Ad 16.

Der Grund, an den Erfolg einer solch reduktionistischen Vorgehensweise zu glauben, liegt einfach darin, dass die gesamte Naturwissenschaft seit Galileo Galilei mit diesem Prinzip außerordentlich erfolgreich war. Dieser Erfolg liegt nicht nur darin, im Nachhinein Dinge beschreiben oder erklären zu können. Sondern der Erfolg liegt vor allem darin, überprüfbare Vorhersagen machen zu können!

Ich habe ganz und gar nichts gegen die reduktionistische Vorgehensweise – wenn sie den Ursache-Wirkungszusammenhänge zweifelsfrei nachweist und nicht billiardenfachen Datensalat produziert, aus dem man so gut wie alles herausinterpretieren – oder hineininterpretieren kann.

Daran muss sich jede Theorie messen lassen. Auch die Urknall- und die Inflationstheorie! (NB: Das inflationäre Anwachsen des Raums in der Frühphase der Universums verletzt übrigens nicht die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit bei der Ausbreitung eines Signals.)

Die überlichtschnelle Ausdehnung des Raumes SELBST verletzt das Postulat, dass nichts schneller sein könne als das Licht (im Vakuum). Und davon abgesehen: Waren Sie dabei? Wer hat das gemessen? Die kosmologische Inflationstheorie ist hilflos zusammengeschusterter Unsinn. Nicht bewiesen und unbeweisbar für alle Zeiten.

Sicherlich hat die Inflationstheorie den Malus, dass eine Überprüfung schwierig ist. Aber es gibt experimentelle Beobachtungen, die man mit Hilfe der Inflationstheorie zwanglos erklären kann. Insofern sollten wir ruhig diese Theorie für Vorhersagen verwenden und diese Vorhersagen nach besten technischen und physikalischen Möglichkeiten experimentell überprüfen. Versagt dabei die Inflationstheorie, lernen wir, wie eine bessere Theorie formuliert sein muss. Treffen die Vorhersagen der Inflationstheorie zu, dann sollten (und müssen) wir diese Theorie als unser bis dato bestes Wissen akzeptieren. Genauso wie auch das Standardmodell der Elementarteilchen unser bis dato bestes Wissen über die Elementarteilchen und die Kräfte zwischen diesen Teilchen darstellt.

Bitte sehen Sie mir nach, dass ich im Moment nur einige ausgewählte Punkte Ihrer E-Mail beantworten konnte. Dennoch hoffe ich, dass meine Antworten hilfreich sind.

Mit freundlichen Grüßen, XXX XXX

Dass das ‚Zertrümmern‘ nicht nur Partikel gemäß $E = mc^2$ erzeugt, können Sie schon selbst daran feststellen, dass es nur endlich viele Teilchen mit ganz charakteristischen Massen gibt und dass es keine Teilchen mit dazwischen liegenden Massen gibt, obwohl $E = mc^2$ dies nicht verbietet.

Stimmt – aber nur der zweite Teil Ihrer Aussage. Sämtliche de facto erzeugten Trümmerteile (und seien es Photonen) müssen aber $E = mc^2$ genügen. Sonst hätten Sie ein großes Problem...

Ad Schlusswort.

Dieser Vorwurf der hohen Kosten wird häufig gemacht, ist aber genauso unbegründet wie die restlichen Kritikpunkte auch. Zum Einen hat Deutschland nicht die gesamten Kosten getragen, sondern maximal 20 %. Zum Zweiten sind diese Kosten nicht auf einmal angefallen, sondern verteilen sich über rund 20 Jahre. Damit beträgt der Kostenanteil für Deutschland an diesem Projekt vielleicht 60 Millionen Euro pro Jahr. Die Bundesregierung fördert übrigens andere Forschungsgebiete der Physik mit gleich ho-

Ausmaß des islamistischen Terrors in den letzten Jahren neue Dimensionen angenommen hat, dass Farbe eine andere Dimension ist als Gewicht etc. In solchen nichträumlichen Dimensionen muss dann auch nichts „kompaktifiziert“ werden!

hen Beträgen. Diese nimmt man nur nicht so wahr, weil sie an vielen verschiedenen Stellen in der Forschung eingesetzt werden, wohingegen die Teilchenphysiker schon vor über 50 Jahren sich weltweit zusammengetan haben, um die Forschungsmittel verschiedener Länder für gemeinsame Projekte zu verwenden. Nur deshalb ist der LHC so sichtbar. Natürlich dürfen Sie kritisieren, dass dieses Geld für Grundlagenforschung ausgegeben wird. Aber Sie sollten nicht vergessen, dass an diesen Forschungsprojekten junge Wissenschaftler ausgebildet werden. Allein für Deutschland dürften es rund 100 promovierte Physiker jedes Jahr sein. Und diese Physiker werden händeringend von der Industrie gesucht, denn sie haben in einer internationalen Arbeitsgemeinschaft ein zeitlich befristetes Projekt erfolgreich realisiert. Sie haben dabei ihre eigenen Arbeiten in englischer Sprache präsentiert und gegen kritische Fragen verteidigt. Sie haben dabei nicht nur mit Physikern aus über 30 Ländern der Welt zusammengearbeitet, sondern dabei auch deren Kultur und Traditionen kennengelernt. All dies ist für eine globalisierte Industrie Gold wert! Auch dafür wurden und werden die Forschungsmittel investiert. (Und wenn Sie etwas kritisieren wollen, dann schauen Sie doch mal darauf, wie viel Geld einige Bundesländer aufgewendet haben, um marode Banken wie Nordbank, West LB, Hypo Alpe Adria etc. zu sanieren. Da wurden innerhalb von ein oder zwei Jahren zig Milliardenbeträge verbrannt, die nichts aber auch gar nichts bewirkt, produziert, ausgebildet oder entdeckt haben.)

Hier rennen Sie bei mir offene Türen ein. Ich hätte sämtliche Banken verstaatlicht, dass es nur so eine Freude gewesen wäre. Aber das ist ein anderes Thema. Bei Interesse lesen Sie bitte folgende Artikel von mir:

www.egbert-scheunemann.de/Suchbegriff-Systematik-Homepage-Egbert-Scheunemann.htm#Neoliberalismus – speziell die Artikel mit den Nr. 1, 2, 3, 6,7 und 8.

Und nicht zuletzt will ich daran erinnern, dass 1983 am CERN das World Wide Web entwickelt wurde. Nicht weil Tim Berners-Lee Spaß daran gehabt hätte. Sondern weil er über Möglichkeiten nachdachte, wie man Informationen in den großen Physikerarbeitsgemeinschaften, die die Experiment am LHC durchführen, verteilen kann. Ohne LHC, ohne CERN, ohne diese Art der Grundlagenforschung bei höchsten Energien würde es also kein WWW geben.

Das erinnert an die Teflonpfannen als Begründung für die Raumfahrt. Die (unbemannte) Raumfahrt kann man aber viel besser begründen. Das WWW wäre zwingend auch woanders entwickelt worden, nämlich da, wo Rechner und ihre Anwender miteinander kommunizieren müssen – seit langen Jahren und aufgrund der exponentiell anwachsenden Zahl von Rechnern und Anwendern also inzwischen fast überall.

Zum Schluss: Ich hoffe, einiger Ihrer Miss- und Unverständnisse geklärt oder zumindest gelindert zu haben. Wenn Sie ein seriöser Wissenschaftler sind, dann kann ich Sie nur auffordern, konsequent die Physik und insbesondere Quantenmechanik, Quantenfeldtheorie und Statistik zu studieren. Dann können Sie meinerwegen gerne Artikel oder Bücher veröffentlichen, weil Sie dann fundierte Kenntnisse haben. Dann wäre ich auch bereit, Zitaten, ob namentlich oder anonymisiert, zuzustimmen. Wobei es guter journalistischer Praxis entspricht, bei namentlichen Zitaten dem Zitierten den Artikel vor der Veröffentlichung vorzulegen, damit Missverständnisse durch Verkürzung von Zitaten oder durch Aus-dem-Zusammenhang-Reißen schon im Vorfeld der Veröffentlichung entdeckt und korrigiert werden!

Natürlich würde ich unter Ihrem Namen niemals etwas veröffentlichen, ohne Ihr Okay zu bekommen! Ich fürchte nur, dass Sie nach Lektüre meiner Antworten womöglich nicht mehr daran interessiert sind, beides zusammen, Ihre Antworten und

meine Gegenantworten, publiziert zu sehen. Ich lasse mich aber gerne eines Besseren belehren!³¹

Mit freundlichen Grüßen, XXX XXX

Ebenso mit freundlichen Grüßen! Egbert Scheunemann“

Physiker III

Ein paar Wochen, nachdem ich meine „Fragen an die Physiker“ verschickt hatte, las ich zufällig einen Artikel von Physiker III, Inhaber eines Lehrstuhles für Theoretische Physik, zum Higgs-Boson. Ich schickte auch ihm meinen Artikel und erhielt schon einen Tag später eine Antwort-Mail. Mit meinen blauen Anmerkungen versehen, schickte ich ihm folgende Mail zurück:

„Hallo Herr XXX,
endlich komme ich dazu, auf Ihre Mail unten etwas ausführlicher zu antworten. Ich habe mir erlaubt, einfach ein paar Anmerkungen direkt in Ihren Text zu schreiben.
Beste Grüße! Egbert Scheunemann

Hallo Herr Scheunemann,

danke für Ihr Interesse an der Teilchenphysik aus erkenntnistheoretischer Sicht.

Aber bitte doch!

Ich bitte Sie um Verständnis, dass ich Ihre 16 Fragen samt Schlusswort nicht alle so beantworten kann, dass Sie damit voraussichtlich zufrieden sind. Wir bereiten gerade einen Forschungsantrag für ein kosmologisches Thema vor, der im Dezember international begutachtet wird, und da fehlt mir schlicht die Zeit

Da sind Sie nicht der Einzige...

für die an sich interessante und manchmal auch sogar weiterführende Naturphilosophie. Deshalb möchte ich Sie um etwas Vertrauen in die tägliche Arbeit der Teilchenphysiker bitten und darauf hinweisen, dass das 2012 am LHC gefundene neue Boson mit einer Masse von etwa $125 \text{ GeV}/c^2$ durchaus wesentlich mehr ist als ein – wie Sie vermuten – ‚dahertheoretisiertes Zwischenprodukt‘ (Frage 16). Die Eigenschaften stabiler elementarer Teilchen werden in der Physik seit der Entdeckung des Elektrons (1897 J. J. Thomson) durch – manchmal indirekte – Messungen bestimmt: so das Verhältnisses von Ladung und Masse beim e^- durch die Bahnkrümmung im Magnetfeld, die Ladung im ‚Millikanschen Tröpfchenversuch‘, daraus die Bestimmung der Masse; der Spins im Stern-Gerlach Versuch mit neutralen elektrischen Silberatomen, die ein einzelnes 5s-Elektron haben usw. Schwieriger ist es bei instabilen Elementarteilchen wie dem Myon oder auch bei Trägerteilchen von Wechselwirkungen wie dem W- oder Z-Boson, wo die Teilcheneigenschaften in der Regel aus den Eigenschaften der beim Zerfall entstehenden Teilchen (‚Zerfallsprodukten‘ im Jargon der Physiker, meist ebenfalls kurzlebig) rekonstruiert werden müssen – das ist im Prinzip auch beim Higgs-Boson so.

Mir ist schon klar, dass in den minimalen Größenbereichen, in denen die Teilchenphysik forscht, fast ausschließlich indirekte Nachweise möglich sind – und vor der Raffinesse der von Ihnen genannten Experimente (speziell des Tröpfchenversuchs) habe ich großen Respekt. Aber die Frage, die sich mir aus erkenntnistheoretischer und naturphilosophischer Perspektive eben stellt, ist, WIE indirekt eine ‚Messung‘, ein ‚Nachweis‘ sein darf, dass man in irgendeinem vernünftigen Sinne noch von einem kausalen, also einem Ursache-Wirkungszusammenhang sprechen kann.

³¹ Anmerkung post festum: Physiker II hat mich diesbezüglich leider nicht eines Besseren belehrt...

Gedankenexperiment: Stellen Sie sich vor, der LHC könnte so genau kalibriert werden, dass jeweils nur zwei Protonen aufeinandergeschossen werden und frontal zusammenprallen und nicht 600 Millionen pro Sekunde über lange Jahre hinweg – und Sie messen beim ersten Mal nichts Außergewöhnliches, sondern nur den bekannten Teilchenschrott. Sie wiederholen das Experiment einmal, zweimal, hundertmal, tausendmal, millionenmal, milliardenmal – nie messen Sie etwas Auffälliges. Erst beim billionsten Mal messen Sie eine ungewöhnliche Energiespitze bei zwei Photonen, die beim Zusammenprall von zwei Protonen entstanden sind. Würden Sie das dann als einen Nachweis eines kausalen Zusammenhangs interpretieren – oder eher als statistischen Ausreißer? Ich würde für Letzteres plädieren. Der gesamte Versuchsaufbau des LHC ist derart, dass aus dem gigantischen Datensalat, der dort produziert wird (im Vollbetrieb sind es pro Sekunde etwa 40 Terabyte), je nach Kalibrierung der Detektoren und Programmierung der Auswertungssoftware ALLES oder NICHTS ‚nachgewiesen‘ bzw. aus dem Datensalat heraus- oder hineininterpretiert werden kann. ‚Früher‘ war das mal etwas anders in der Physik: Ein Experiment, das zigmal – geschweige denn billionenfach – nicht zu einem theoretisch vorausgesagten Ergebnis geführt hat, wurde als Nachweis erachtet, dass es dieses Ergebnis eben nicht gibt – oder zumindest, dass es auf diesem Wege eben nicht zu erreichen ist. Aber ich gebe es ja zu: *The Times They Are a-Changin’* ...

Natürlich sind dort bei Weitem noch nicht alle Eigenschaften so genau bestimmt, wie man es gerne hätte – z. B. gibt es zwar starke Hinweise, dass der Spin tatsächlich null (= skalares Teilchen) ist, aber die statistische Signifikanz erreicht derzeit noch nicht fünf Standardabweichungen. In der Tat stößt die hochpräzise Bestimmung der Eigenschaften an einer Proton-Proton Maschine wie dem LHC auf Grenzen (das war bei der Entdeckung des W- und Z-Bosons ähnlich), man wird dazu einen e^+e^- -Kollider bauen müssen – wenn das wirtschaftlich tragbar ist und von den Beteiligten als der richtige Weg erkannt wird.

Als ich vor ca. 25 Jahren damit begann, mich aus erkenntnistheoretischer und naturphilosophischer Perspektive in die naturwissenschaftliche Standardliteratur einzuarbeiten, da lief ich lange, lange Jahre wie auf Wolken durch die Gegend, voller Begeisterung für und Respekt vor den Erkenntnisleistungen, den Wissenskathedralen speziell der modernen Physik (verglichen etwa mit den erkenntnistheoretischen Hundehütten, die die Philosophie nach zweieinhalb Jahrtausenden philosophischer Kontemplation maximal zu produzieren in der Lage war) – und bis heute ist dieser Respekt grundsätzlich geblieben, etwa wenn ich die wissenschaftlich-technischen Meisterleistungen betrachte, Sonden zum Mars zu schicken oder auch ‚nur‘ USB-Sticks zu entwickeln, die es mir ermöglichen, permanent ganze Bibliotheken an meinem Schlüsselbund mit mir herumzutragen. Aber das, was – speziell die theoretische – Physik quasi an ihren Rändern des theoretisch und vor allem experimentell überhaupt Machbaren, also da, wo es erkenntnistheoretisch und naturphilosophisch interessant wird, seit einigen Jahrzehnten abliefert (von der kosmologischen Inflationstheorie über die Stringtheorie in 10^{500} Ausführungen bis eben zum Higgs-Phantom), das verursacht mir alten Erkenntnistheoretiker und eisernen Realisten und Physikalisten (!!)

fast nur noch Nackenschmerzen – vom permanenten Kopfschütteln. Ein neuer, noch gigantischerer Collider – diesmal in Form eines Positron-Elektron-Colliders –, wäre meines Erachtens der völlig falsche Weg. Was wir brauchen, sind neue Gedanken, geniale Ideen – und Theorien, die irgendetwas erklären. Das mit dem ‚Nachweis‘ des Higgs-Bosons ‚abgeschlossene‘ Standardmodell der Teilchenphysik erklärt, mit Verlaub, fast nichts – die konkreten Massen der Teilchen nicht oder auch die Ursache des radioaktiven Zerfalls oder der Zerfalls- bzw. Halbwertszeiten nicht. Nahezu

zwanzig Parameter müssen willkürlich gesetzt oder experimentell ermittelt werden. Was erklärt denn das Quark-Modell der Hadronen? Was weiß ich vom Proton mehr, wenn ich ‚weiß‘, dass es aus zwei Up- und einem Down-Quark zusammengesetzt ist – obwohl ich diese ‚Teile‘ des Protons theorieadäquat (!!) überhaupt nicht voneinander trennen kann und alles finde bei ‚Zerfällen‘ von Protonen nach Kollisionen genügend hoher Energie, nur keine Quarks? Was nutzt mir die ‚Erkenntnis‘, dass die Dinger eine ‚Elementarladung‘ von $2/3$ bzw. $-1/3$ ‚haben‘ – obwohl die ‚Elementarladung‘ (von 1 bzw. -1) eben eine ELEMENTARE sein soll? Aber Sie sehen, ich komme schon wieder ins Fragen und Kopfschütteln. Verzeihen Sie mir diesen erneuten Ausbruch meiner Berufskrankheit.

Viele Grüße, XXX XXX

Viele Grüße ebenso!

Egbert Scheunemann“

Physiker IV

Jetzt wird es etwas unangenehmer. Physiker IV, Inhaber eines Lehrstuhles für Physik (das genaue Fachgebiet konnte ich nicht herausfinden), schrieb mir eine Antwort-Mail, man könnte sagen: von oben herab. In ihr folgen, natürlich gleich zu Anfang, die üblichen Angriffe auf meine Person und Qualifikation, ein paar Argumentationsversuche und schließlich der Abbruch der Argumentation, noch bevor sie richtig begonnen hat. Aber lesen Sie die Mail, liebe Leserinnen und Leser, einfach selbst – inklusive meiner wie immer in Blau gehaltenen Entgegnungen. Sie sind, zugegebenermaßen, gelegentlich etwas flapsig – aber durchaus dem Tonfall entsprechend, in dem ich angesprochen wurde:

„Sehr geehrter Herr XXX, erst mal vielen, vielen Dank, dass Sie sich die Zeit genommen haben, zumindest kurz und knapp auf meine „Fragen an die Physiker“ zu antworten. Sie werden es mir nachsehen, wenn ich analog kurz und knapp ein paar Anmerkungen zu Ihren Antworten mache – unten in Ihrem Text in blauer Schrift. Trotz allem – oder gerade deswegen – wünsche ich Ihnen noch einen schönen 3. Advent! Schöne Grüße! Egbert Scheunemann

Sehr geehrter Herr Scheunemann, Ihre Fragen könnte man ja alle diskutieren, aber leider gibt es da zwei Probleme: 1) Sie sind von sich selbst völlig überzeugt, was eine Diskussion schwierig, wahrscheinlich unmöglich macht.

Ich bin nicht von mir, sondern von Argumenten überzeugt – oder nicht. Ob die von mir kommen oder von Ihnen, von Lieschen Müller oder Albert Einstein, sollte unter wahrheitsliebenden Menschen ohne jede Relevanz sein.

2) Von der Arbeitsweise der Physik, ihren Prämissen und ihren bekannten allgemeinen und speziellen Beschränkungen („speziell“, was das Standard-Modell betrifft, „allgemein“, was erkenntnistheoretische Fragen betrifft), haben Sie vieles nicht verstanden.

Allgemeine Unterstellung. Die Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Denk- und Sprachstrukturen (Grammatik, Logik, Mathematik etc.), also den Gesetzen des Denkens bzw. der Sprache, und Wirklichkeitsstrukturen (Physik etc.), also den Gesetzen der Natur, ist seit fast einem viertel Jahrhundert mein Arbeitsschwerpunkt (neben dem der Politischen Ökonomie). Mein erkenntnistheoretisch-naturphilosophisches Hauptwerk heißt denn auch „Von der Natur des Denkens und der Sprache. Fragmente zur Sprachphilosophie, Erkenntnistheorie und physikalisch-biologischen Wirklichkeit.“ In der Literaturliste desselben finden Sie, neben vielen, vielen anderen Büchern von Physikern, die grundlegenden Arbeiten von Einstein bis Heisenberg.

Mein monatliches Lesepensum in Sachen Naturwissenschaften (und im Kern betrifft das die Physik) liegt bei 200-300 Seiten. Dass mir in diesen 25 Jahren grundlegende Arbeitsweisen, Prämissen und Beschränkungen der Physik entgangen sein sollten, würde ich als ähnlich wahrscheinlich erachten wie die Produktion eines Higgs bei einer hochenergetischen Kollision zweier Protonen – die liegt bekanntlich bei $1/1.000.000.000.000$, also in Bereichen, die, würden sie im Lotto gelten, zur Verhaftung der Verantwortlichen wegen unlauteren Wettbewerbs führen würden.

Insofern läuft Ihre Kritik ins Leere.

Jeder Satz, jede These, jede kritische Frage? Alles?

Die Dinge sind aber zugegebenermaßen subtil. Mir kommt eine historische Parallele in den Sinn: J. W. von Goethe beschreibt die damals schon bekannten Versuche zur Spektralzerlegung von Licht (ganz genau) und kommt zu dem Schluss, dass dies alles ein Spuk sei und man damit der Natur des Lichts nicht näher komme. Wären die Physiker diesem Standpunkt gefolgt, gäbe es heute keine Laser, CD's etc. Das sieht mir ganz so wie Ihre Higgs-Argumentation aus.

Was der Goethe geschrieben hat, hat der Goethe zu verantworten. Was der Scheunemann geschrieben hat, hat der Scheunemann zu verantworten.

Ich möchte trotzdem kurz Punkt 1) einmal ignorieren (eigentlich müsste ich hier die Diskussion schon abbrechen).

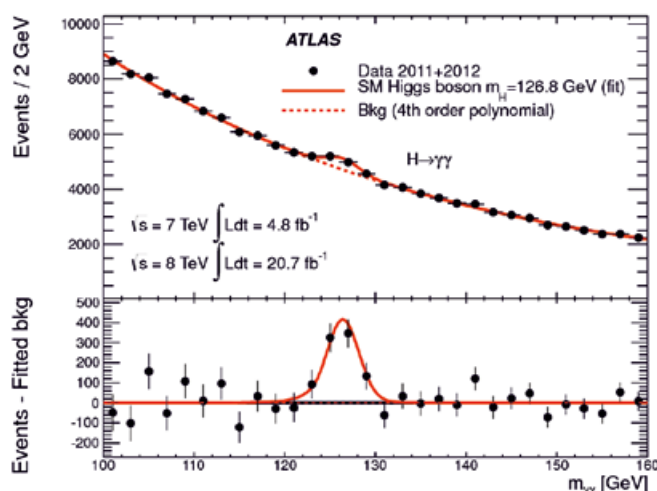
Ich verstehe nicht, was Sie meinen. Sie wollen „Punkt 1) einmal ignorieren“, und der geht Ihnen anscheinend derart gegen den Strich, dass Sie am liebsten „hier die Diskussion schon abbrechen“ würden – nur um sofort auf diesen Punkt, nämlich die Frage „echt“ oder „artifizial“, doch einzugehen:

Zu Punkt 1,2,3: Das Problem ‚echt‘ oder ‚artifizial‘ gibt es und es hat in der Vergangenheit eine ganze Latte von unerwarteten entdeckten Teilchen gegeben, die dann später bei genaueren Nachuntersuchungen wieder verschwunden sind. Das Problem sind die ‚Findschnitte‘: Man suche nach dem, was man sehen will, und das findet man dann auch. Das ist Ihre Yeti-Brille. Was Sie nicht bedenken, ist, dass die Yeti-Brille gleichzeitig eine Anti-Yeti-Brille ist und sich die Physiker sehr wohl überlegen, wie häufig alles, was kein echter Yeti ist, trotzdem diese Brille passiert. Das setzt voraus, dass man die anderen „Wolken“ gut versteht; d. h. man macht nicht nur einen Filterungsprozess, sondern untersucht auch die Antifiltereigenschaft für alles andere. Das macht die Analysen so schwierig, aber sie basieren letztlich auf experimentell und theoretisch gesicherten anderen Erkenntnissen. Der Untergrund wird dann abgezogen (Ihre vielen gefundenen Nicht-Yetis). Zusammengefasst: Wonach gesucht wird, das ist einfach (ein Missverständnis in Ihrem Teil 1), das zu vermeiden, nach dem man nicht sucht und dem Gesuchten ähnlich ist, ist schwierig (aber keineswegs ein artifizielles technisches Verfahren, anderes Missverständnis in Ihrem Teil 1).³²

Um mal so zu antworten: Sie kennen bestimmt die folgende Grafik (sie stammt vom CERN und wurde in zig Periodika publiziert):

³² Anmerkung post festum: Dieser letzte Satz ist natürlich syntaktisch-semantisch etwas verwirrend. Ich versuche hier mal, ihn in klare Aussagen zu transformieren: *Wonach gesucht wird, ist das, was resultiert, wenn man das vermeidet, wonach man nicht gesucht hat. Da das nicht Gesuchte dem Gesuchten ähnlich ist, ist das ein schwieriges, aber keineswegs artifizielles Verfahren, wie Sie missverständlichweise unterstellt haben.*

Nun: JEDES technische Verfahren ist ein artifizielles. Meine Frage ‚echt‘ oder ‚artifizial‘ bezog sich aber gar nicht auf das *technische Verfahren* (sprich: den LHC als Experiment), sondern auf das *Resultat* des technischen Verfahrens: Ist das ‚Gefundene‘ etwas, was unabhängig vom technischen Verfahren schon in der Natur (Physis) ‚da‘ war – oder ist es ein artifizielles Produkt des technischen Verfahrens? Und es ist definitiv Letzteres.



Bitte drucken Sie diese schwarzweiß aus und verbinden Sie dann die Eventkreise im unteren Teil Kreis für Kreis und von links nach rechts mit einer roten Linie. Analog machen Sie das bitte mit der Reihe der Eventpunkte im oberen Teil der Grafik. Sie werden dann sehen, dass sich die neu entstandenen roten Linien in hohem Maße von den jetzigen unterscheiden. Den kleinen Huckel bei 125 GeV als Higgs-Boson, also als Higgs-Huckel zu interpretieren, erachte ich, um es zurückhaltend zu formulieren, als mutig – in erkenntnistheoretischer Perspektive und gemessen am Maßstab eines auch nur halbwegs gelungenen Nachweises eines Ursache-Wirkungszusammenhangs. Und da heute der 3. Advent ist und also der Tag des Herrn, belasse ich es mal bei dieser zurückhaltenden Formulierung.

Man kann 10^{-22} Sekunden natürlich nicht mit der Uhr messen. Daher ist das Argument für eine Entdeckung: Wann immer man 2 Photonen hat, die aus einem Higgs-Zerfall stammen könnten (nicht müssen),

Genau.

kann man mit $E = mc^2$ die hypothetische Higgsmasse ausrechnen

So, so. Sie schießen zwei PROTONEN aufeinander, detektieren zwei PHOTONEN und schließen aus deren Masse auf das HIGGS-BOSON – obwohl Ihnen die Masse des Higgs-Bosons überhaupt nicht bekannt ist (laut Theorie). Um mich zu wiederholen: Mutig!

und sie hat (innerhalb der Messfehler, die man experimentell unter Kontrolle hat) im Echtheitsfall jedes mal denselben Wert. Ihre Nicht-Yetis hätten diese Eigenschaft nur zufällig einmal, und wie oft das vorkommt, davon war ja schon die Rede. Die Photonen haben also (nur beide zusammen!) eine charakteristische Eigenschaft, die eine typische Teilcheneigenschaft ist, die dem Anfangszustand noch fehlt. Das sieht man dann als Teilchen an.

Um mich noch mal zu wiederholen: Mutig!

Das mag nicht in Ihre Philosophie passen,

Ich habe keine. Und das, woran ich glaube, ist auch recht beschränkt: nämlich daran zum Beispiel, dass auch morgen früh die Sonne im Osten aufgehen wird und nicht im Westen, oder auch daran, dass St. Pauli mit hoher Wahrscheinlichkeit aufsteigen wird.

aber praktisch geht es nicht anders. Das Teilchen ist dann nicht notwendigerweise ein Higgs

Genau.

(wurde am Cern am Anfang auch nicht gesagt), da müssen dann noch andere gemessene Eigenschaften hinzukommen. Ihr Punkt 4) ist ein reiner statistischer Bluff: Der Lottogewinn rührt daher, dass 140 Millionen Tipps abgegeben wurden.

Der Higgsgewinn rührt daher, dass im LHC pro Sekunde 600 Millionen Kollisionen (Tipps!!) von Protonen stattfanden – über lange, lange Jahre hinweg –, dass Billionen von Treffern (Gewinnen!!) notwendig waren, um auch nur ein Higgs-Boson zu produzieren – für einen Zeitraum von 10^{-22} Sekunden. Manch Lottogewinner soll doch etwas länger gebraucht haben, bis er wieder pleite war.

Wir haben aber nur ein Experiment.

Völlig falsch! Sie haben Billionen über Billionen Experimente durchgeführt! Jeder Protonen-Protonen-Zusammenstoß als Treffer ist ein Experiment! Jeder!

Analogie im Lottofall: Ich behaupte mal mit einer ganz kleinen Unsicherheit, dass Sie im Lotto noch nie den Jackpot geknackt haben. Damit werde ich richtig liegen: Das Argument ist keines.

Schon wieder völlig falsch. Ob ich einen Jackpot geknackt habe oder Sie oder Lieschen Müller, ist völlig irrelevant für die Feststellung, dass fast jede Woche einer den Jackpot, falls es denn einen gibt, knackt – und wenn nicht, dann halt ein, zwei Wochen später.³³

Bereits an dieser Stelle werden Sie mir in allen Punkten laut widersprechen.

Ich war ganz leise. Seien Sie froh, dass Sie mich noch nie laut erlebt haben... ;-)

Ich verzichte, auch aus Zeitgründen,

Das ist in der Tat ein Argument, das mich überzeugt. Was wäre ich froh, wenn das mit der Zeitdilatation stimmen würde – alles würde etwas langsamer vonstatten gehen allein deswegen, weil sich irgendetwas im Weltall relativ zu mir bewegt mit hoher konstanter Geschwindigkeit. Also immer, sozusagen. Okay, vergessen Sie das mit der Zeitdilatation...

mich mit dem Rest Ihrer Schrift auseinanderzusetzen (das ginge natürlich immer so weiter).

Nö. Nur so lange, bis ich überzeugende Argumente und Antworten auf meine Fragen höre und lese.

Viele Grüße XXX

Viele Grüße ebenso! Egbert Scheunemann³⁴

³³ Anmerkung post festum: Im Nachhinein ärgere ich mich etwas, das Argument mit dem Lotto überhaupt angeführt zu haben – denn zielsicher haben fast alle Physiker zwei völlig verschiedene Argumentationen meinerseits durcheinandergebracht: Mein Gegenargument mit dem Lotto bezog sich allein auf das Argument, dass die Wahrscheinlichkeit von Fehlmessungen oder statistischen Zufallsfluktuationen am LHC bei eins zu einer Million liege (Punkt bzw. Frage 4). Ich hätte diesbezüglich einfach sagen sollen: Ohne Angabe einer entsprechenden Bezugsgröße ist diese Aussage ohne jeden Aussagewert. Meine zweite, völlig andere statistische Zusammenhänge betreffende Argumentation war (Punkt bzw. Frage 3), dass von einem Nachweis eines Kausalzusammenhanges in keiner Weise mehr gesprochen werden kann, wenn ein Experiment milliardenfach wiederholt wird (wie gesagt, JEDE Kollision zweier Protonen ist ein Experiment) und am Ende nur wenige Hundert Higgs-Bosonen als Artefakte eines gigantischen Datenfilterungsprozesses und ebenso gigantischer statistischer Auswertungsprozesse erscheinen. NIE war in der Physik etwas artifizierter als das Higgs-Boson als Produkt eines schier unglaublich artifizierten technisch-statistischen Produktionsprozesses.

³⁴ Anmerkung post festum: Physiker IV antwortete mir auf meine Mail oben, dass er „nicht die geringste Lust“ habe, mit mir weiter zu diskutieren, da ich „sachlichen Argumenten nicht zugänglich“ sei und „nicht einmal 1 von 140 Millionen unterscheiden“ könne. Aus Gründen der Pietät verzichte ich hier darauf, meine Antwort an Physiker IV zu zitieren.

Physiker V

Michael Düren, er hat einen Lehrstuhl für Teilchenphysik an der Universität Gießen inne, war der einzige Physiker, der sich dazu bereit erklärte, dass seine Antworten an mich auch unter seinem Namen veröffentlicht werden. Ich hatte alle fünf Physiker, nachdem sie mir ihre Antworten zugeschickt hatten, wie folgt angemailt: „Liebe Physiker, Sie waren so freundlich, auf meine ‚Fragen an die Physiker‘ zum Higgs-Boson zu antworten. In meinem E-Mail-Anschreiben vom 12. November 2013 hatte ich angekündigt, dass ich Ihre Antworten ‚in einem Nachfolgeartikel ... (in, wenn gewünscht, auch anonymisierter Form) veröffentlichen‘ werde (natürlich bereinigt von allen formalen Fehlern (Orthografie, Interpunktion etc.), aber inhaltlich selbstverständlich unberührt). Bitte teilen Sie mir also mit, ob Sie lieber anonym bleiben wollen oder nicht.

Dabei möchte ich Sie fairerweise darauf hinweisen, dass ich Autor eines Buches mit dem Titel ‚Irrte Einstein?‘ bin. Auch nur eine solche Frage zu stellen, führt bekanntlich zu wissenschaftsbetrieblicher Stigmatisierung und zum Publikationsverbot (vgl. z. B. www.egbert-scheunemann.de/Rettet-Einstein-Artikel-Scheunemann-1.pdf – die Lektüre der ersten dreieinhalb Seiten genügt). Sich mit mir offen und öffentlich einzulassen, könnte also auch Ihrer Karriere abträglich sein. Haben Sie also keine Hemmungen zu sagen: ‚Lieber Herr Scheunemann, lieber anonym ...‘

(...) Ich werde maximal eine Woche auf Ihre Antwort warten. Falls ich keine bekomme, werde ich Ihre Antworten anonym veröffentlichen. Dann wären Sie auf jeden Fall auf der sicheren Seite. Beste Grüße! Egbert Scheunemann“

Nur Herr Düren gab mir, wie gesagt, sein explizites Okay. Alle anderen Physiker hüllten und hüllten sich bis heute (4. Januar 2014) in Schweigen.

Herr Düren schrieb mir auf meine „Fragen an die Physiker“ zum Higgs-Boson zunächst folgende freundliche Mail:

„Lieber Herr Scheunemann, in der langen Liste meiner unbeantworteten E-Mails fand ich heute Ihren Artikel zum Higgs-Boson. Ich denke, Ihre Fragen sind alle berechtigt und aus Sicht eines Nicht-Teilchenphysikers verständlich, und ich denke, ich kann sie aus Sicht der Teilchenphysik alle beantworten, und es ist Ziel der Vorlesungsreihen, die wir in unseren Instituten halten, die Physikstudenten so weit zu bringen, dass diese das ebenfalls differenziert verstehen. In dem Sinne gestehe ich Ihnen die Kritik zu, bin aber der Meinung, dass jemand, der sich jahrelang mit diesen Fragen und Theorien als Physiker beschäftigt hat, letztlich zu dem Schluss kommen wird, dass – trotz aller Unvollkommenheit des Gebäudes der modernen Physik – die Entdeckung des Higgs-Teilchens am CERN ‚echt‘ und ‚wichtig‘ für das Gebäude der Physik ist, auch wenn – und so formuliere ich es überspitzt in meinen Vorlesungen immer – „die neuste Erkenntnis der Physik ist, dass wir immer noch keine Ahnung von der Welt haben“. Das schwächt aber aus meiner Sicht nicht die Leistung des menschlichen Geistes, der sich auch und gerade in der Vorhersage und dem Nachweis des Higgs-Teilchens zeigt. Ich hatte letztes Jahr einen Artikel über das Higgs-Teilchen für Nicht-Physiker formuliert, den ich Ihnen im Anhang gerne zukommen lasse. Mir fehlt zur Zeit die Zeit, auf alle Ihre Fragen im Detail einzugehen, aber wir können gerne in Kontakt bleiben. Schöne Grüße, Michael Düren“

Weil es mir nicht möglich war, den Artikel von Herrn Düren in dieses Dokument hier zu integrieren – und zwar als PDF unter Beibehaltung aller meiner Kommentare –, möchte ich Sie, liebe Leserinnen und Leser, zunächst bitten, sich dieses PDF samt aller meiner (gelben) Kommentare hier herunterzuladen und zu lesen – *bevor* Sie weiter

unten die Kommentare von Herrn Düren zu meinen Kommentaren zu seinem Artikel lesen:³⁵

www.egbert-scheunemann.de/Dueren-Stenzel-Higgs-Anmerkungen-Scheunemann.pdf

Meine Kommentare (blau) zu seinem Artikel kommentierte Herr Düren dann wie folgt (dunkelrot):

„So, so! Damit ist die erste Frage meines Fragenkataloges beantwortet.
Ist das ironisch gemeint?³⁶“

Nach 25 Jahren Beschäftigung mit der Physik (aus erkenntnistheoretischer und naturphilosophischer Perspektive) lese ich eine solche Einteilung zum ersten Mal! Üblicherweise ist von vier Grundkräften bzw. Wechselwirkungen die Rede. Ihre Einteilung hätte zur Folge, dass die Magnetfelder meines kleinen Magneten in der Schublade unendlich weit reichen (Photonen können, wenn sie nicht absorbiert werden, unendlich weit durch den Raum fliegen, und sie werden im Absatz unten rechts als „mikroskopische Bestandteile jedes ... magnetischen Feldes“ interpretiert) – obwohl die Stärke von Feldern doch mit dem Inversen des Abstandsquadrates abnimmt und es eine kleinste Wirkungseinheit³⁷ gibt.

Meine Einteilung der verschiedenen Kräfte ist sicherlich unkonventionell und hat auch Skepsis bei meinen Theoriekollegen hervorgerufen. Die ‚Vereinheitlichung‘ der elektrischen und magnetischen Kräfte ist den Physikern seit Maxwell so selbstverständlich, dass sie generell von einer Kraft sprechen. Ich habe unterschieden zwischen elektrischen und magnetischen Kräften, weil die Phänomenologie im täglichen Leben sehr unterschiedlich ist: Ein Magnet oder ein elektrischer Blitz sind für den Normalmenschen etwas sehr Unterschiedliches. Im Standardmodell gibt es seit Salam und Weinberg die Vereinheitlichung von elektrischen, magnetischen und schwachen Wechselwirkungen, sodass mit der gleichen Berechtigung eigentlich auch bei der schwachen Wechselwirkung nicht mehr von einer eigenen Kraft gesprochen werden darf. Auch arbeiten wir daran, die anderen Kräfte zu vereinheitlichen, sodass es am Ende in der Theorie nur noch eine Kraftsorte geben wird.

Der Abfall der Felder mit dem Abstandsquadrat des Radius ist eine Eigenschaft des dreidimensionalen Raumes. Aus gleichem Grund wächst die Oberfläche einer Kugel mit dem Quadrat des Abstandes. Theoretisch sind elektrische und magnetische Felder unendlich reichweitig. So kann das Magnetfeld der Erde noch bis weit in den Weltraum gemessen werden. Auch den Magneten in ihrer Schublade wird man mit modernen Messmethoden (Squids) noch im Nachbarzimmer messen können.³⁸

³⁵ Mit dem Adobe Reader erfolgt die Darstellung auch aller Kommentare einwandfrei.

³⁶ Anmerkung post festum: Nö, ist nicht ironisch gemeint. Die erste Frage von mir lautete, ob das Higgs-Boson ein *artifizielles Produkt* ist – oder ein *Naturding*, das man *entdeckt, gefunden* hat. An der Stelle in Dürens Artikel, auf die sich mein Kommentar bezieht, steht, man würde das Higgs-Boson mit dem LHC „erzeugen“ (S. 5). Also ist meine Frage beantwortet.

³⁷ Anmerkung post festum: Hier müsste natürlich besser *kleinstes Wirkungsquantum* stehen.

³⁸ Anmerkung post festum: „(U)ndendlich reichweitig“ (laut Theorie), „bis weit in den Weltraum“ und „noch im Nachbarzimmer“ – das sind dann doch kleine Unterschiede. Die Frage bleibt: Wie kann etwas, dessen wirkende Kraft mit dem Inversen des Abstandquadrates (also exponentiell und damit sehr schnell!) abnimmt, unendlich weit wirken, wenn es ein kleinstes Wirkungsquantum gibt?

Die starke und schwache Kraft haben zusätzlich zum Abfall mit $1/R^2$ noch einen exponentiellen Abfall. Mathematisch ist die Kraft somit auch unendlich reichweitig, aber wegen des schnellen Abfalls der Exponentialfunktion spricht man von einer endlichen Reichweite. Das entspricht auch der praktischen Erfahrung: Kernkräfte sind so kurzreichweitig, dass sie zum Beispiel zwischen zwei benachbarten Atomen in einem Molekül keinerlei Wirkung zeigen, da ihre messbare Reichweite nur wenig über den Radius des Atomkerns hinausgeht.

Kein Widerspruch!

Mit ‚das Higgs-Teilchen wurde erfunden‘ meine ich, dass der Physiker (Herr Higgs) sich ein Bild der Welt macht und Begriffe einführt, die eine reale Entsprechung in der Natur haben. Wie wir jetzt wissen, war die Erfindung des ‚Higgs-Teilchens‘ eine sinnvolle Erfindung, da sie uns hilft, die Phänomene in der Natur richtig (bzw. vollständiger als ohne das Teilchen) zu beschreiben.

Das ist ein rein theoretisches Konstrukt: Allein die Ruhemasse des Photons ist null. Ruhende Photonen gibt es aber nicht. Jedes real existierende Photon hat eine bestimmte Energie (Schwingungsfrequenz) und damit Masse. Ohne Ausnahme.

Hier ist ein Verständnisproblem der Relativitätstheorie, das auch in vielen Lehrbüchern zu finden ist. Es ist so, dass in der Relativitätstheorie jedem Teilchen im vierdimensionalen Raum eine Energie E und 3 Impulskomponenten p_x, p_y, p_z zugeordnet werden. Über die Metrik des Raumes ist jedem Viererimpuls P eine lorentzinvariante $P^2 = M^2$ zugeordnet. (Ich benutzte hier das natürliche Einheitensystem in dem die Lichtgeschwindigkeit $c = 1$ ist). Dieses M nennt man Masse. In manchen Lehrbüchern wird verwirrenderweise M als Ruhemasse und E als Masse bezeichnet (bzw. E/c^2). In meiner Sprechweise hat ein Photon immer die Masse $M = 0$, aber die Energie $E = h \cdot f$ ist immer größer als null. (Ein Tiermedizinstudent hat mir letzte Woche in der Physikprüfung erklärt, h sei das Planktonsche³⁹ Wirkungsquantum.)

Das würde ich unter die Rubrik Metaphysik einordnen.

Wenn ich schreibe, dass das Higgsteilchen mit sich selbst wechselwirkt, meine ich, dass zwei Higgsteilchen miteinander wechselwirken. Das ist keine Metaphysik. Genauso wie Billardkugeln mit Billardkugeln wechselwirken, so wechselwirken Higgsteilchen mit anderen Higgsteilchen. Im Gegensatz dazu wechselwirken Photonen nur mit Ladungen, und da Photonen selbst keine Ladung haben, können zwei Photonen nicht direkt miteinander wechselwirken. In dem Sinne wechselwirken Photonen nicht mit sich selbst, Higgsteilchen aber wohl.⁴⁰

Wer hat das gemessen? Beweise?

Die Theorie von Herrn Higgs besagt, dass im Raum (also überall) das Higgfeld einen ‚Vakuumerwartungswert‘ ungleich Null hat, also im ‚leeren‘ Raum der Quantenfeldtheorie gibt es ein neues Feld, das nicht wie andere Felder um so kleiner wird, je weiter die Quelle weg ist, sondern ein Feld, das überall mit gleicher Stärke da ist und damit auch eine Vielzahl von virtuellen Higgsteilchen überall erzeugt. Dieses

³⁹ Anmerkung post festum: Er hat sich wohl von einem Witzchen ‚inspirieren‘ lassen, das er als Witzchen nicht erkannte: Vgl. in meinem Buch „Irrte Einstein?“ S. 197-198, Fußnote 13, speziell den letzten Absatz auf S. 198.

⁴⁰ Anmerkung post festum: Vgl. meinen Kommentar zum Phänomen der „Selbstwechselwirkung“ auf S. 19.

Feld äußert sich dadurch, dass es – laut Theorie – allen Teilchen, die mit ihm wechselwirken und durch das Feld fliegen, Masse gibt. Ich denke nicht, dass sich die Physiker bisher sehr viel Gedanken darüber gemacht haben, da wir mit vielen hypothetischen Feldern und sogar Raumdimensionen umgehen, die alle recht weit von unseren naiven Vorstellungen von Raum und Zeit weg sind. Insgesamt sind wir hier aber an einem Kernpunkt der modernen Quantenfeldtheorie, welche die am besten getestete Theorie der Physik ist und in einigen Bereichen mit einer Genauigkeit von mehr als 10 Stellen hinter dem Komma getestet ist und mit der Realität übereinstimmt. Diese Messergebnisse sind also die Lebensberechtigung dieser Theorie. Ansonsten würde ich sie in die Tonne werfen. Es gibt da viele konzeptionelle Merkwürdigkeiten – dass beispielsweise die Energie, die den Quantenfluktuationen zuzuschreiben wäre, viel größer ist als die im Kosmos beobachtete ‚dunkle Energie‘ und deshalb nicht berücksichtigt wird. Es ist also ein moderner Mix aus Äthertheorie und einem naiven Weltbild, das auf einen Kopernikus wartet, der unsere Theorien neu interpretiert. Ansätze dazu gibt es viele, beispielsweise die Theorie, dass die dreidimensionale Welt nur eine Art holographische Abbildung einer höherdimensionalen Weltenrealität ist (AdS/CFT).

Wie vor diesem Hintergrund ein kleiner statistischer Huckel bei $125 \text{ GeV}/c^2$ als „entdecktes“ Higgs-Teilchen interpretiert werden kann, ist mir schleierhaft. Ich würde vorschlagen, diesen statistischen Ausreißer (unter Aberbilliarden Ereignissen) also nicht als ‚Higgs-‘, sondern als ‚Huckel-Boson‘ zu bezeichnen.

Es gibt wohl kaum jemanden auf der Welt, der sich intensiver mit den statistischen und systematischen Fluktuationen auseinandergesetzt hat, als die ATLAS- und CMS-Kollaborationen, die sich seit Jahrzehnten darauf vorbereitet haben, wie man aus Aberbilliarden Ereignissen die Nadel im Heuhaufen herausfischen kann. Die angegebenen Wahrscheinlichkeiten, mit denen wir das Higgs-Teilchen ‚nachgewiesen‘ haben, beziehen sich darauf, dass die gesamte bekannte Physik und der Detektor im Detail im Computer simuliert wurden. Dabei stellte sich heraus, dass die Messergebnisse mit den Vorhersagen des Higgs-Modells übereinstimmen, aber mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit nicht aus Untergrund oder zufälligen Fluktuationen bekannter Physik erklärt werden können.

Das Higgs wurde also nicht direkt nachgewiesen, sondern aus ‚seinen‘ Zerfallsprodukten (de facto wurden Protonen aufeinander geschossen – DIE sind zerfallen) erschlossen. Es ist also Produkt einer Interpretation.

Streng genommen wird nichts in der Realität direkt wahrgenommen, sondern es werden immer nur die Nervenströme im Gehirn vom Individuum interpretiert. Wenn Sie in die Sonne schauen und Licht sehen, so interpretieren Sie die elektrischen Ströme in den Nervenzellen der Augen oder in den Kabeln ihres Photodetektors als ursächlich erzeugt von einem Himmelskörper in großer Entfernung, ohne diesen ‚direkt‘ wahrnehmen zu können. (Vielleicht existiert die Sonne ja gar nicht!) Wenn wir Zerfallsprodukte im Detektor messen, können wir aufgrund der Eigenschaften der Zerfallsprodukte in vielen Fällen genau sagen, aus welchem Teilchen die Zerfallsprodukte entstanden sein müssen, im Fall des Higgs beispielsweise ist es die invariante Masse, die auf ein bisher unbekanntes Teilchen hinweist. Also ein Produkt der Interpretation auf hohem Niveau, aber nichtsdestoweniger eine physikalische Messung.

Wenn die Theorie die Masse des Higgs nicht voraussagen konnte, gilt hier also: Wir nehmen, was kommt...

Wir suchen seit Jahrzehnten nach dem Higgsteilchen. Ältere Messungen an früheren Beschleunigern haben die Existenz des Higgsteilchens im Massenbereich unter 100 GeV ausgeschlossen. Der LHC wurde für den Bereich gebaut, in dem das Higgs, falls es existiert, noch zu erwarten ist. In noch höheren Massenbereichen wäre das Higgs so instabil, dass es für die Theorie nicht mehr die gewünschten Eigenschaften hätte. Wir hatten also beim LHC Glück und vorher nicht.

Der LHC hat PROTONEN aufeinander geschossen. DIE sind „zerfallen“ – und interessanterweise gar nicht in die Dinge, aus denen sie bestehen sollen (Quarks).

Wir erzeugen bei den Zusammenstößen neue Teilchen. Genau wie beim Betazerfall Elektronen oder Positronen und Neutrinos entstehen, die vorher gar nicht im Atomkern waren, so erzeugen wir beim LHC Higgsteilchen. Eine andere Interpretation ist zu sagen, dass im Vakuum Quantenfluktuationen von allen Teilchen vorhanden sind (auch vom Higgs) und wir diese ‚virtuellen‘ Teilchen durch die Stöße zu ‚reellen‘ Teilchen machen, die dann aus dem Kollisionspunkt herausfliegen (und anschließend gleich z. B. in Myonen zerfallen, die dann den Detektor durchdringen).

Siehe meinen Kommentar zur analogen Stelle auf S. 7. Was diese unfassbaren Ereignisgrößen und die folgende Interpretationsakrobatik mit dem Nachweis eines Ursache-Wirkungszusammenhangs noch zu tun haben sollten, ist mir vollkommen schleierhaft.

Diese ‚Interpretationsakrobatik‘ ist die Leistung der etwa 4000 Physiker/innen, die sich seit Jahrzehnten damit beschäftigen, wie dieses kleine Signal vom Rest abgetrennt werden kann. Alles nach den Regeln der ‚Kunst‘. Folgendes Statement von Kopernikus soll Sie nicht abhalten, weiterhin verstehen zu wollen, was die Teilchenphysiker da machen, aber vielleicht haben Sie Verständnis, dass ich jetzt nicht tiefer in die Analysetechnik eingehen kann: „Kopernikus schrieb ‚De revolutionibus orbium coelestium‘ ausdrücklich nicht für einen allgemeinen Gelehrtenkreis, sondern ausschließlich für Mathematiker und Astronomen. Ein Zitat aus seinem Werk lautet ‚Astronomie wird für Astronomen geschrieben‘, und auf dem Titelblatt steht in Griechisch das angebliche Motto der platonischen Akademie Ἀγεωμέτρητος μηδεὶς εἰσὶτω (Ageōmétrētos mēdeis eisitō), das heißt: ‚Ohne Kenntnis der Geometrie soll keiner eintreten.‘“ (Wikipedia)⁴¹

⁴¹ Anmerkung post festum: Georg Bernhard Shaw soll einmal gesagt haben, dass Verträge von Juristen für Juristen geschrieben werden, damit der Laie merkt, dass er ohne Juristen nicht auskommt. Oder so gesagt: Man stelle sich vor, nur noch studierte Politologen dürften sich politisch äußern und zur Wahl gehen. Oder man denke an die Vielzahl der Physiker, die uns vor ein paar Jahrzehnten noch erzählten, AKWs seien völlig sicher. Oder man denke an den derzeit herrschenden Mainstream in den sogenannten Wirtschaftswissenschaften, der behauptet, möglichst freie Märkte (auf den internationalen Finanzmärkten ist das Ideal vom vollständigen Markt in höchstem Maße realisiert) würden zu einer krisenfreien Wohlstandsmehrung aller Marktteilnehmer führen. Oder man denke an die Wissenschaftler, die Contergan als marktreif abnickten. Oder man denke an das Gesamt aller Gelehrten, die über Jahrtausende Anhänger des geozentrischen Weltbildes waren. Oder – man denke!

Schlusswort

Müsste ich alle meine Fragen an die Physiker bezüglich des Higgs-Bosons in einer zusammenfassen, würde ich sie wie folgt formulieren: In welchem vernünftigen Sinne kann man noch vom Nachweis eines Ursache-Wirkungszusammenhanges sprechen, wenn Aberbillionen von Ursachen in nur wenigen Hundert Fällen nicht etwa zu erwarteten, gewünschten, theoretisch (teilweise) vorhergesagten direkten Wirkungen führen, sondern zu Sekundärwirkungen, aus denen die postulierten Primärwirkungen erst theoretisch abgeleitet werden müssen; wenn Aberbillionen von Experimenten (JEDE der Aberbillionen im LHC produzierten Protonenkollisionen ist ein Experiment) nicht etwa direkt zum erwarteten, gewünschten, theoretisch (teilweise) vorhergesagten Ergebnis führen, sondern zu ‚Zerfallsprodukten‘ von Protonen, aus denen in einem gigantischen technischen und statistischen Datenfilterungsprozess das postulierte und nicht etwa direkt nachgewiesene Zwischenprodukt namens Higgs-Boson erst herausinterpretiert werden muss? Würde sich der Himmel auftun und der – falls es ihn geben sollte – Allmächtige, also der Allwissende würde Ihnen die Pistole an die Schläfe setzen und Sie fragen: Ist das, was am LHC geschah, der Nachweis eines Ursache-Wirkungszusammenhangs und sind die Ergebnisse der Experimente ein artifizielles Produkt des Systems LHC oder Nachweise eines Naturphänomens, also realer Physis? Was würden Sie antworten, wenn die falsche Antwort Ihren Tod bedeuten würde? Ich weiß, ich kann ziemlich gemein sein.

Mindestens eine Doktorarbeit, und zwar am besten von einem Kollektiv aus Physikern, Erkenntnistheoretikern und Psychologen, sollte über die Frage geschrieben werden, warum Physiker, deren Profession in ihrem gesicherten klassischen Kern ganz zu Recht als die exakteste aller exakten Naturwissenschaften gilt, völlig durchdrehen und wildeste Theorien entwickeln, wenn sie an die Grenzen ihres Faches stoßen, also da, wo es erkenntnistheoretisch und naturphilosophisch interessant wird. Um nur wenige solcher grotesken Theorien kurz aufzuzählen: die frei erfundene, wild zusammengeschnitzte kosmologische Inflationstheorie und damit die Urknalltheorie (abgeleitet aus nur zwei erbärmlichen, nur erdnah gemessenen physischen Phänomenen, die kosmische Hintergrundstrahlung und die Rotverschiebung des Lichtes ferner Galaxien, die auch ganz anders interpretiert werden können); die Stringtheorie in inzwischen 10^{500} Exemplaren; die Theorie von der Dunklen Energie und Dunklen Materie; die Theorie der Paralleluniversen; Theorien über die Zeit vor der Zeit, also vor dem postulierten Urknall; Theorien über Raumdimensionen mit $n > 3$; oder die Allgemeine Relativitätstheorie (ART), die eine *physische Kraft*, die Gravitation, ‚geometrisch‘, also mathematisch, also *sprachlich*, also überhaupt nicht erklärt, die, allegorisch gesprochen, aus der Krümmung der Schiene die Beschleunigung des Zuges ableitet. Was, liebe Physiker, kann man Euch denn noch erzählen, bevor Ihr die Hände über den Kopf zusammenschlagt?