

Das Monster von Genf

Von Malte Henk

Für die Jagd nach den kleinsten Teilchen braucht es riesige Maschinen und Tausende Physiker. Denn Forschung ist heute vor allem: Teamwork Forschung im 21. Jahrhundert

Es ist wie eine Sucht, sagt sie, du denkst daran die ganze Zeit. Spätabends zu Hause oder jetzt, morgens um neun im Büro. "Ich suche das Higgs-Teilchen", sagt Rosy Nikolaidou. Das Higgs-Teilchen ist der Zacken einer Kurve auf dem Computer. Man kann mit der Maus klicken, dann fluten Zahlen den Schirm, man tippt Befehle ein, wartet, dann wächst der Zacken, das ist gut, oder er schrumpft, das ist schlecht.

"Du musst kreativ sein", sagt Rosy. "Elementarteilchen rufen ja nicht: Kuckuck, hier bin ich!" Deswegen sitzt sie in ihrem Büro am CERN, dem Europäischen Forschungszentrum für Teilchenphysik bei Genf, Gebäude 40, zweiter Stock - eine 39-jährige Griechin mit langen Haaren und Blümchenbluse. Es ist ein Büro mit schrammeligen Schreibtischen und Drehstühlen und Computerschirmen, wie in einer Behörde. Und so wie Rosy dasitzt, versunken in ihre Grafiken, kann man leicht übersehen, um was es hier geht.

Man sieht nicht, dass Rosy Nikolaidou nicht allein hinter dem Higgs- Teilchen her ist. Dass es bei dem ATLAS-Experiment 2000 Mitsucher gibt aus 37 Ländern und 167 Instituten. Dass sie eine riesige Maschine gebaut haben, um Atomsplitters zu untersuchen, eine Beobachtungsstation, so schwer wie das Stahlgerüst des Eiffelturms und so lang wie ein halber Fußballplatz. 55 000 Kabel und Röhren stecken in ihr drin - 100 Meter tief unter dem Schweizer Boden.

Was man nicht sieht, ist, dass die Suche nach dem Higgs-Teilchen ein sechs Milliarden Euro teures Jahrhundertereignis darstellt.

Diese Geschichte handelt von einem der größten Experimente aller Zeiten, aber sie spielt vor allem in Büros und Konferenzräumen. Dort, wo sich die ultimative Materialschlacht der Grundlagenforschung ins Abstrakte verflüchtigt. Wo Entdeckungen am Bildschirm gemacht werden und Sensationen in der Statistik versteckt sind. Wo sich zeigt, worum es bei der Suche nach dem Higgs-Teilchen geht: um eine philosophische Unternehmung.

Um die Rückkehr an den Anbeginn der Zeiten und die Beantwortung einer simplen Frage: Weshalb ist die Welt so, wie sie ist?

Viel ist geschehen mit unserem Wissen von den Bausteinen aller Dinge, seit Ernest Rutherford vor einem Jahrhundert entdeckt hat, dass ein Atom nicht unteilbar ist; dass es sich

zusammensetzt aus einem Kern und Elektronen, die ihn umgeben. "Wissenschaft ist entweder Physik oder Briefmarkensammeln", soll Rutherford gesagt haben.

Das Atomzeitalter, das damals begann, brachte der Menschheit Hiroshima. Aber nicht nur. Sondern auch großartige Maschinen zur Erklärung der Welt, Monumente unserer Zivilisation: die Teilchenbeschleuniger.

Auch bei ihnen hat es ein Wettrüsten gegeben; allerdings nach den Fair-Play-Regeln der scientific community. Es ist bis heute nicht beendet.

Im kalifornischen Berkeley wurde 1930 der erste kreisförmige Beschleuniger gebaut, das Zyklotron. Die Maße waren bescheiden, etwa zehn Zentimeter im Durchmesser, doch dabei blieb es nicht. Die Nachfolger des Zyklotrons wuchsen, sie blähten sich auf und mit ihnen die Personalapparate jener Forschungsinstitute, die sie am Laufen hielten.

Die beiden wichtigsten Anlagen entstanden am CERN und in den USA: Das Tevatron bei Chicago ging 1983 in Betrieb, die Europäer folgten sechs Jahre später mit einem 27 Kilometer langen Beschleunigertunnel.

Solche Riesenmaschinen sind nötig, um ins Innere der Materie zu schauen. Das Prinzip ist einfach: Man beschleunigt Atomkerne oder Elektronen mithilfe elektromagnetischer Felder, dann bringt man sie mit Magneten in eine Art Rennparcours. Ihn umkreisen sie, in beiden Richtungen, wieder und wieder.

Dann der Höhepunkt: der Frontalcrash.

Man setzt dabei auf die Äquivalenz von Energie und Masse, auf Einsteins Formel $E = m \cdot c^2$. Das heißt: Die Energie der Kollision geht bei dem Zusammenstoß zum Teil in Masse über. Neue Partikel entstehen; vielleicht sogar solche, die nie zuvor beobachtet worden sind.

Nichts anderes ist ja passiert, damals vor 13,7 Milliarden Jahren. Der Urknall war die Geburt von Raum und Zeit aus reiner Energie, zusammengepresst auf einem einzigen Punkt. Und als die Energie sich im expandierenden Raum verteilte und in Materie verwandelte, da begann die Welt.

Die ersten Millionstelsekunden: Ausnahmezustand.

Kosmisches Billardspiel.

Teilchen prallen aufeinander. Manche sind kurz da, blitzen auf, zerfallen in leichtere Partikel. Das gerade entstehende Universum kühlt sich ab und dehnt sich aus, der Druck lässt nach.

Atome entstehen. Schließlich die ersten Sterne.

Heute geht es den Forschern darum, sich so nahe wie möglich an den Anfang heranzutasten. Je wuchtiger ein Crash im Teilchenbeschleuniger, desto höher die Chance, all jene Partikel zu erzeugen, die damals zum Inventar des Kosmos zählten. Und die seit dem Beginn der Welt von leichteren, stabilen Verwandten verdrängt worden sind.

Je mehr Energie, desto näher am Urknall.

Das ist der Wettbewerb.

Mit dem Elektron, dem elektrisch geladenen Elementarteilchen, das den Atomkern umkreist, ging es los, danach haben die Physiker weitere Teilchen nachproduziert. 29 stehen jetzt auf ihrer Liste, 29 unteilbare Punkte, aus denen sich alles andere ergibt. Darunter Klassiker wie das Photon, das Lichtteilchen, aber auch Raritäten wie das Top-Quark, das ausgestorben war, 13,7 Milliarden Jahre lang, bis der Teilchenbeschleuniger von Chicago es 1995 in die Welt zurückholte.

Das Schöne ist, dass man alle diese Partikel mit ihren Merkmalen in eine Theorie zwängen kann. Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik ist ein Set mathematischer Gleichungen, etwa 35 Jahre alt. Man berechnet damit die Kräfte, die zwischen den Teilchen wirken, und sagt so ihr Verhalten voraus - etwa, was geschieht, wenn zwei Partikel aufeinanderprallen (siehe Illustration Seite 140). Keine "Weltformel" zwar, aber praktisch und relativ simpel.

Wenn nur nicht ein Problem bliebe.

Das Standardmodell hört auf zu funktionieren, wenn man davon ausgeht, dass Dinge schwer sind. Die Anleitung zum Aufbau der Welt - sie bricht kläglich zusammen, sobald man die Masse der Elementarteilchen in die Gleichungen einfügt. Materie, das wissen nicht nur Physiker, hat aber eine Masse.

Die Erde: 6000 Trillionen Tonnen. Ein Elektron: $9,109381 \cdot 10^{-31}$ Kilogramm.

Es ist ein Ärgernis, eine Peinlichkeit, eine nicht erledigte Hausaufgabe im Fach Welterklärung. Weshalb sind Objekte überhaupt schwer? Wieso ist die Masse eines Protons größer als die eines Elektrons? Und warum lässt sich das alles nicht mit der Theorie vereinbaren?

Man könnte das Standardmodell aufgeben.

Das Problem ist nur, es gibt keine Alternative: Nirgendwo anders sind alle Erkenntnisse aus der Welt der kleinsten Teilchen so erfolgreich zusammengefasst.

Lieber zu einem Hilfsmittel greifen.

Zur Annahme, dass ein seltsames Feld unser Universum durchzieht, eine Art Hintergrundmusik, die niemand auszuschalten vermag.

In der Sprache der Physik bezeichnet ein "Feld" einen Raum mit einer bestimmten Eigenschaft, deren Stärke sich von Ort zu Ort unterscheiden kann. Als Feld eines Lagerfeuers könnte man die Umgebung verstehen, innerhalb deren man sich noch die Hände wärmen kann.

Je weiter man sich vom Feuer entfernt, desto schwächer wird die Hitze. Das Feld aber, das sich der schottische Physiker Peter Higgs vor mehr als 40 Jahren ausgedacht hat, würde den gesamten Weltraum gleichmäßig ausfüllen.

Und sämtliche Elementarteilchen würden mit diesem Feld in Beziehung treten. Dadurch bekämen sie, quasi von außen, ihre Masse verliehen; wie Metallkugeln, die über eine

Fläche rollen, auf der überall winzige Magnete verteilt sind. Je nach Metallart wirken die Magnete unterschiedlich stark auf die Kügelchen: Sind sie aus Eisen, so haben sie es schwerer, die Ebene zu durchqueren, als wären sie aus Aluminium - die Eisenkugeln bekommen durch das Feld der Magnete eine zusätzliche Masse verliehen. Ein relativ schweres Teilchen "spürt" das "Higgs-Feld" also stärker als ein leichtes. Und könnte man das Feld abschalten, dann würden alle Teilchen ihre Masse verlieren.

Das "Higgs-Feld" ist eine Verlegenheitslösung, das mathematische Outsourcing eines Problems. Nur wenn es existiert, steht das Standardmodell mit der Realität in Einklang. Es soll Forscher geben, die nicht daran glauben, dass die Wirklichkeit dieser Kopfgeburt gehorcht.

Aber immerhin, das folgt aus den Theorien, muss zum Feld auch ein Teilchen gehören, das Higgs-Teilchen.

Und das müsste man herstellen können, hoffen die Physiker: indem man Bedingungen schafft, wie sie kurz nach dem Urknall herrschten, jenem großen Werden und Vergehen, als alle Partikelsorten zur Welt kamen, immer wieder aufs Neue. Es wäre der Beweis, dass das Higgs-Feld existiert. Und der letzte Baustein des Standardmodells.

Ohne Menschen wie Rosy Nikolaidou würde heute nicht viel laufen in der Spitzenforschung.

Wer sie beschreiben will, könnte aus einer Stellenanzeige für Spitzenmanager zitieren: Sie ist fokussiert, aber flexibel; ehrgeizig und doch "teamfähig".

Und stets bereit, weiterzuziehen ins nächste Land.

Sie hat Experimentalphysik in Athen studiert. Für ihre Doktorarbeit kam sie erstmals nach Genf. Ein Jahr "Postdoc" in Grenoble, dann weiter zum Nationalen Forschungszentrum CEA bei Paris.

Das war ein Glücksfall für Rosy, denn Physiker aus der ganzen Welt wollten gerade einen neuen Beschleuniger in der Schweiz bauen; das französische Institut spielte dabei eine wichtige Rolle.

Der Plan war, die bestehende Anlage am CERN hochzurüsten zum sogenannten Large Hadron Collider - frei übersetzt: großer Atomkern-Beschleuniger.

Mit neuen Teilchenröhren im alten Tunnel, mit neuen Magneten, vier neuen Messapparaten: unter anderem dem ATLAS-Detektor. Der neue Superbeschleuniger sollte siebenmal so stark werden wie der Konkurrent in Chicago.

Das würde ausreichen, dachte man, um das Higgs-Teilchen endlich zu finden.

Mehr als 5000 Physiker würden an den vier Experimenten arbeiten.

Vor drei Jahren kam Rosy wieder nach Genf, das war der nächste Glücksfall für sie. Man kann sich das ATLAS-Experiment (ATLAS steht für "A Toroidal LHC AparatuS") vorstellen wie die UNO. Die 167 Institute aus fünf Kontinenten sorgen für Geld und wollen mitreden; sie wählen eine Art Regierung und senden ihre besten Leute in die Schweiz.

"In diesen Monaten wird es aufregend", sagt Rosy, sie sitzt in ihrem Büro. "Man spürt, hier liegt etwas in der Luft. Die Vorbereitungen sind in der letzten Phase.

Im Mai wollen wir online sein. Im Juli die ersten Kollisionen. Dann geht es rund." "Aber der Beschleuniger arbeitet noch gar nicht - weshalb suchen Sie dann jetzt schon nach dem Higgs-Teilchen?" "Simulationen. Ich probe nur." Sie probt nur! Seit drei Jahren probt sie nur.

Mit dem Higgs-Teilchen, erklärt Rosy, verhalte es sich nämlich so: Man werde Protonen, relativ schwere Partikel, in Bündeln auf den Weg schicken und so lange beschleunigen, bis sie 99,9999991 Prozent Lichtgeschwindigkeit erreichen.

Die Protonenbündel werden dann 11 245-mal in der Sekunde durch den 27 Kilometer langen Tunnel rasen. Lässt man sie aufeinander los, wird die Energie jedes Crashes gewaltig sein. Genauer gesagt, so gewaltig wie die Bewegungsenergie einer fliegenden Mücke - mit dem Unterschied, dass sich der Urknall im Labor auf einem Raum abspielen wird, der eine Billion Mal kleiner ist als ein Moskito.

"It's a mess", sagt Rosy, was für ein Chaos, und meint nicht ihren Schreibtisch.

Eine Milliarde Kollisionen pro Sekunde! Jede Menge Teilchensplitter werden entstehen. Das Higgs-Teilchen wird sich zwischen Quarks und sonstigen Störenfriedern verstecken, schlimmer noch: Es wird schon nach Sekundenbruchteilen verschwinden. Wird je nach Masse in diese oder jene Partikel zerfallen. Den Forschern werden nur die Abfallprodukte bleiben.

Und hier kommt ins Spiel, was Rosy machen wird, am Computer in ihrem Büro. Sie wird versuchen, jene Spuren zu entziffern, die das Higgs hinterlässt; seine "Signatur". Es könnte sich in Myonen verwandeln (das Myon ist eine XL-Version des Elektrons), ihnen ist Rosy auf der Spur. Sie wird Dateien bekommen, riesenhafte Tabellen: ein Verzeichnis der Myonen, die nach den Kollisionen in der Maschine entstehen. Ärgerlich nur, dass nicht jedes Myon automatisch auf ein Higgs hinweist; auch andere Ursprungsteilchen kommen infrage. Deswegen macht Rosy cuts. Das heißt: Sie schneidet Spuren aus den Dateien heraus, die langweilig sind, den Datenmüll.

Das ist ihre kreative Arbeit, und arbeitet sie gut als Sortiererin des Zahlenmaterials, dann werden am Ende aus einer Unmenge von Daten jene Myonen übrig bleiben, die vom Higgs abstammen - falls es das tatsächlich gibt.

Man muss wissen, wonach man sucht.

Deshalb spielt Rosy seit drei Jahren in Simulationen durch, was zu tun ist, wenn die Suche erst einmal beginnt - wie eine Fahrschülerin, die an einer Konsole übt, ehe sie ins Auto steigt. Sie muss das Higgs virtuell erschaffen, sonst könnte sie es nie finden.

Was für ein Unterfangen! Als die ersten Studien für ATLAS begannen, jenes CERN-Experiment, das noch keinen einzigen Datensatz geliefert hat, stand noch die Berliner Mauer.

Man weiß längst einiges über dieses seltsame Higgs-Teilchen. Dass es nicht nur in Myonen zerfallen könnte, sondern zum Beispiel auch in Photonen, in Licht also. Darum kümmern sich andere aus dem ATLAS-Reich, die Rosy nicht kennt; damit hat sie nichts zu tun. Will man ehrlich sein, dann muss man sagen, dass es sogar wahrscheinlich ist, dass das Higgs auch in

Photonen zerfällt. Womöglich wird Rosy all das hier vergebens machen, aber davon will sie nichts wissen.

"Ob wir das Higgs finden oder nicht - beides ist ein Ergebnis. Okay, vielleicht wird zuerst der Photonenkanal nachgewiesen.

Aber dann können wir nachziehen.

Die Higgs-Suche ist Statistik, ein Spiel mit Wahrscheinlichkeiten. Es geht darum, genügend Daten zu sammeln, bis wir uns fast ganz sicher sind." "Das heißt, den einen Moment der Entdeckung wird es nicht geben? Niemand wird schreien und sagen: Hurra, ich habe das Higgs-Teilchen gefunden?" "Ach kommen Sie. Die romantische Epoche der Physik ist doch längst vorbei." Sie packt ihren Laptop in den Rucksack und läuft los, aus dem Büro hinaus, links das Zimmer der Forscher aus Amsterdam, rechts die Italiener.

Am Kopierer Verena aus Harvard, "Hi, Rosy". So viele Leute, so viele Statisten für den großen Film. Hinter den Fenstern ein Schweizer Wintertag, Bürogebäude, eine Kantine, Parkplätze. Noch weiter ein Vorstadtirgendwo mit Tankstellen und mittelständischen Firmen. Das CERN ist kein schöner Ort. Die Gewichtsprobleme des Universums werden in einem Industriegebiet gelöst.

Drei Treppen nach unten, hinein in einen Hörsaal, Platz nehmen hinten rechts.

Hier findet das Higgs-Arbeitstreffen des ATLAS-Experiments statt. Zeit und Ort standen im Internet, dazu eine Nummer, unter der man sich ins Telefonsystem einwählen konnte. Viele Forscher bleiben im Büro, sie hören über Lautsprecher zu.

So kann man nebenher E-Mails schreiben, weiterarbeiten, keine Zeit verlieren.

GEK Die 100 größten Forscher aller Zeitenommen sind 30 Leute, darunter einige der besten Experimentalphysiker der Welt. Da ist Guillaume Unal, der große Schweizer mit Dreitagebart. Karl Jakobs, eine Art Innenminister und ganz freundlicher Zuchtmeister. Andreas Höcker, dünn, jungenhaft begeistert.

Und Louis Fayard, Zottelhaar, Wim- Thaelke-Brille, er leitet das Treffen.

Louis schließt seinen Laptop an den Diaprojektor. Er wirft ein Foto an die Wand: Fidel Castro mit Zigarre. Es kann losgehen.

"Hallo, hallo", spricht Louis in den schwarzen Kasten, der vor ihm steht.

"Hallo, hier Mailand", krächzt es zurück.

Es folgt ein unverständlicher Wortwechsel, dann verkündet Louis: "Heute sind uns zugeschaltet Mailand, Dresden, Orsay, Athen, irgendwas in den USA.

Und Sheffield." "Wie bitte? Die Verbindung ist schlecht", ruft Mailand.

Teilchen-Jagd, grenzenlos. Die Protonen kollidieren in Genf, aber es könnte sein, dass Forscher in Rio de Janeiro oder in Minsk das Higgs als Erste auf ihren Bildschirmen identifizieren. Oder Kopenhagen.

Hiroshima. Baku. Überall dort sitzen Menschen, die ungefähr das Gleiche tun wie Rosy. Es gibt ein System, das die Datenmassen zum Rechnen verteilt; ein Netz von Computerzentren in Forschungsinstituten rund um die Erde, eine Art Hochleistungsversion des Internet. Auch das World Wide Web haben sie einst am CERN erfunden, 1991 war das.

Programmpunkt eins: heikel. Wie soll die Welt von den Leistungen des Experiments erfahren? Fest steht, dass alle 2000 ATLAS-Forscher die wichtigste Veröffentlichung unterzeichnen werden:

Wir haben das Higgs gefunden!

Doch wer würde den dann ziemlich sicheren Nobelpreis entgegennehmen?

Der steht nur maximal drei Personen zu, er stammt aus der romantischen Epoche der Physik. Vielleicht Peter Higgs, der Theoretiker? Oder der Schweizer Peter Jenni, das ATLAS-Oberhaupt?

Was aber ist mit all den anderen Publikationen auf dem weiten Weg zum Nobelpreis?

Es mahnt nun in einer langen Rede aus dem schwarzen Kasten eine Athener Forscherin, man solle auch an die jungen Kollegen denken. Die wollten bald etwas veröffentlichen, unter eigenem Namen, und so weiter. Rosy, hinten in der letzten Reihe, verdreht die Augen. "Manche Leute reden zu gern über Telefon.

Da fühlen sie sich wichtig." Und während der freundliche Zuchtmeister Karl Jakobs den Athenern verdeutlicht, dass unter allen Umständen das Wohl der gesamten Kollaboration im Auge zu behalten sei, klappt Rosy den Laptop auf, ruft ihre Schaubilder auf und macht sich an die Arbeit, es gibt so viel zu tun.

Bald darauf verschwindet sie.

Der Tag ist ein Strudel aus Terminen und Meetings, er dauert von acht Uhr morgens bis acht Uhr abends, mindestens.

Rosy weiß, sie werden auf das Higgs- Teilchen, wenn überhaupt, erst in Jahren stoßen; 2009 wäre ein Erfolg.

Doch das ist ein abstrakter Gedanke.

Hier rechnet man in Zielvorgaben.

Forschung im 21. Jahrhundert ist Mannschaftssport und die Weisheit des Fußballtrainers auch in der Teilchenphysik zu gebrauchen.

Wir denken vom Ergebnis her.

Der Einzelne zählt nichts.

Der Star ist die Mannschaft. Was auch heißt:

Es kommt auf alle an.

Aber das soziale Modell, nach dem ATLAS funktioniert, ist keineswegs der Sportclub.

Die 2000 Wissenschaftler haben auch keine wohlgeordnete Forscherdemokratie gegründet.

Eher erinnert das CERN an einen Basar:

Wer bietet die besten Algorithmen?

Wessen Computercode soll Leitkultur werden?

Lässt sich Montreal von Pisa über den Tisch ziehen?

Es ist ein ständiges Feilschen, blubbernde Hektik, Kaffeepausenpolitik.

Viele hier empfinden das Improvisationschaos, das sich wunderbar zur Ordnung formt, als befreiend.

Wenn Rosy vom Entdecken schwärmt, der Faszination, die Teile des großen Puzzles zusammenzufügen, dann wirkt es, als könne man sich auch im Maschinenraum der modernen Wissenschaft so heroisch an seiner Aufgabe berauschen wie jene Helden der Vergangenheit, deren Namen draußen auf den Straßenschildern stehen.

Route Newton, Route Bohr, Route Marie Curie.

Leise Reminiszenzen an Zeiten, in denen man die Welt noch als Einzelgänger erklären konnte.

Rosy hingegen braucht Mitspieler.

Der Laptop ist ein Freund, das Internet ein Instrument der Erkenntnis.

" Ich google alles." Täglich treffen 100 E- Mails ein.

Hi Rosy, note that the commissioning is not taking by default the rt-relation from MdtCalibDbColStrTol, but the one from MuonCommRecExample. If you want to update the rt-relation, the file in MuonComm- RecExample should be changed. Hope this clarifies, Jochem.

Natürlich verbräute Rosy am liebsten jeden Augenblick damit, die Higgs- Jagd zu trainieren.

Aber das ist die Kür, das will jeder.

Deshalb haben Forscher, die nach Genf kommen, das ATLAS- Grundgesetz zu befolgen: Frage nicht, was das Experiment für dich tun kann - frage, was du für das Experiment tun kannst. Sorge dafür, dass die Maschine funktioniert!

Denn der riesige Detektor 100 Meter unter der Erde, dieses Vergrößerungsglas für die Bruchstücke der Kollisionen, muss erst einmal aufgebaut, getestet, in Betrieb genommen und mit dem Computersystem verbunden werden.

Sonst wird die Suche nie beginnen können.

Eine Art Zivildienst also; genannt service.

Wer nicht mitzieht bei diesem Hausmeisterdienst der Experimentalphysik, der spielt die Rolle des ungeliebten Außenseiters, so wie die Egoistentruppe von der Universität Wisconsin.

Die Mühen der Ebene. Eine Aufgabe haben, ein Ziel. Rosy soll bei ihrem service die Myonen-Teilchen, die hoffentlich ab Juli 2008 durch den Detektor sausen werden, in Datenpakete für die Software verwandeln, sie arbeitet daran mit 25 anderen Forschern.

"Kommen Sie", sagt sie, "ich erkläre es Ihnen in der Kaverne." Der Eingang zur Unterwelt verbirgt sich in Gebäude 3185, einer öden Industriehalle gegenüber der Hauptstraße. Im Inneren umfängt ein Brummen die Besucher, wie das Milchregal im Supermarkt, nur lauter. Der Sound des ATLAS-Experiments: die Kühlanlage.

Man händigt einem Wachmann seine Chipkarte aus, angelt einen Schutzhelm von der Wand, dann steht man im Lift, wo ein Warnschild die Träger von Herzschrittmachern zur Umkehr auffordert.

100 Meter tiefer fehlen die Vergleiche.

Viele haben versucht, zu beschreiben, was man sieht, wenn man von der schmalen Empore nach vorn schaut wie auf die Niagarafälle. Die bekannteste Metapher stammt von dem Autor Hans Magnus Enzensberger, er schrieb von "unterirdischen Kathedralen". Rosy findet das passend. "Ich fühle mich so unbedeutend hier." Was man sieht: eine Zwiebel aus Metall von 25 Meter Durchmesser, umwuselt von winzigen Männchen. Ein technoides Ungetüm in Blau und Grau und Rot mit einem Loch in der Mitte. Dort passt die Röhre hinein, in der die Protonen kollidieren sollen.

Man kann, oben auf der Empore, an der Maschine entlanglaufen wie an einer riesigen Lokomotive, aber eine Struktur ist kaum zu erkennen. Überall wuchern die Erkennungssysteme, Rosy erklärt sie: Silizium-Tracker sollen die Flugbahnen der Crash-Bruchstücke erspüren, Kalorimeter die Energie. Der ATLAS-Detektor ist ein gut ausgestattetes Sinnesorgan mit vielen Millionen Komponenten.

Für Rosys Myonen gibt es am äußeren Rand der Zwiebel ein eigenes System.

Man sieht mehrere Räder, auf die Arbeiter gerade lange Tuben stecken, die Leuchtröhren ähneln. "Sobald sie fertig sind, ist der Detektor komplett. Unser Baby!" Wenn dann ein Myon des Weges kommt, sollen die Tuben, gefüllt mit Drähten und Gas, Alarm schlagen, wie Bewegungsmelder am Hauseingang.

Und Rosy mit ihren Kollegen wird dafür sorgen, dass sich aus den chaotischen Signalen all dieser 354 200 Tuben am Computerschirm ein Bild davon ergibt, wie es jedem einzelnen Myon ergangen ist auf seiner Reise durch die riesige Maschine. Das ist Rosys Dienst an der Gemeinschaft; er füllt die meisten ihrer Arbeitstage aus.

Schwierig genug, hier unten den Überblick zu behalten über die Superzwiebel.

Unmöglich fast, es virtuell zu tun, 100 Meter weiter oben in den Büros, wo man sich den Herausforderungen der Codes zu stellen hat, den Zumutungen der Abstraktion. Wo man gemeinsam darum kämpft, dass die Computer verstehen, wie der Apparat arbeitet, und was sie mit all den Daten anfangen sollen, die er liefert; damit sich überhaupt ein Verzeichnis der Crash-Bruchstücke erstellen lässt, jene riesige Tabelle, auf die Higgs-Sucher überall in der Welt zugreifen sollen.

Der Moment, an dem die Suche endlich beginnt, erscheint oft ewig weit entfernt, ein Sommerurlaub, erträumt im Dezember.

Wenn man Rosy begleitet, ins Büro, auf Konferenzen und nach hier unten, dann vergisst man leicht, was unter all dem Unbegreiflichen ihrer Welt am wenigsten zu begreifen ist: ATLAS existiert nicht allein. 8,5 Kilometer Luftlinie von hier, auf der anderen Seite des Beschleuniger-Rings, lebt eine Parallelwelt. Der CMS-Detektor ist fast so groß wie dieser, er ist ähnlich konstruiert, auch dort gibt es 2000 Forscher. Arbeitstreffen, Intrigen, Begeisterung. Ein Myonen-Team, eine zweite Rosy sozusagen.

Der Gedanke erscheint absurd. Und doch ist er wahr. Rosy weiß das, weil ihr Mann in der Zweitwelt arbeitet.

Das Verhältnis zwischen ATLAS und CMS ähnelt einer Großen Koalition.

Sie stehen in Konkurrenz; jede will das Higgs zuerst finden. Und sie sind aufeinander angewiesen; was die eine Forscherwelt entdeckt, muss die andere bestätigen, sonst hat es keinen Wert.

Viele Kontakte gibt es nicht, nur eine Art Koalitionsausschuss, der Standards für die Suche festlegt.

"Zum Glück", sagt Rosy, "ist die Natur demokratisch." Man kann so viel finden, meint sie, für alle wird etwas dabei sein.

Auch für die 1650 Forscher der Detektoren drei und vier, ALICE und LHCb.

Denn mit der Entdeckung des Higgs- Teilchens würde ja nur eine Story enden, und die nächste könnte beginnen. Auch das Higgs würde nämlich nicht vollends das Rätsel lösen, weshalb Materie schwer ist. Am Ende, wenn die Theorien des Standardmodells gerettet sind und alle Elementarteilchen die ihnen zustehende Masse erhalten haben - am Ende bliebe eine letzte, harmlos klingende Frage. Sie ist blinder Fleck und ultimative Ironie der Versuchsanordnung, und sie klingt wie ein Witz von Wody Allen.

Allen würde fragen: Woher bekommt eigentlich das Higgs-Teilchen seine Masse? Es verleiht sie sich selbst, lautet die Antwort der Physiker; man kann das ausrechnen.

Und dann: Panik. Hilflosigkeit. Denn nach dem bekannten Modell ergäbe sich für das Higgs eine Masse, die 100 Billionen Mal höher ist, als es für ein halbwegs normales Partikel zu erwarten wäre.

Schließlich verlangen die merkwürdigen Gesetze der Quantenmechanik, dass sämtliche denkbaren Wechselwirkungen eines Teilchens mit anderen Teilchen seine Masse aufstocken.

Und beim Higgs, das ja allen anderen Partikeln ihre Masse verleiht, wären unendlich viele solcher Wechselwirkungen zu berücksichtigen. Seine Masse würde explodieren, immer weiter. Das Ergebnis wäre absurd hoch, es entspräche der "Planck-Energie", jenem Grenzwert, hinter dem keine Erkenntnis mehr möglich ist.

Man könnte sich auch diese Hässlichkeit vermutlich irgendwie schönrechnen.

Aber das, glauben viele Physiker, wäre ein Sabotageakt an der Realität.

Sie sagen das so: Mit dem Higgs und seiner Masse gäbe es ein "Natürlichkeitsproblem".

Die Theoretiker: denken nach. Und melden sich mit einer Lösung. Einem neuen Modell, das die Widersprüche lösen würde, ohne dem Standardmodell Gewalt anzutun: der "Supersymmetrie".

In diesem Modell hätte jedes Elementarteilchen einen Partner, zum Quark gehörte ein Squark, zum Photon ein Photino und zum Higgs das Higgsino.

Die Anteile der Partikel und ihrer Gegenparts an der Higgs-Masse würden sich gegenseitig neutralisieren; so wäre deren Zuwachs zu stoppen.

Und auf der Liste der Physiker stünden auf einmal doppelt so viele elementare Teilchen.

Möglicherweise zeichnet die "Supersymmetrie" auch verantwortlich für die Dunkle Materie, jene rätselhafte Substanz, die etwa ein Viertel des Kosmos ausmacht. Und winzige Schwarze Löcher?

Neue Dimensionen? Alles scheint möglich, jetzt, in der Euphorie des Neuanfangs.

Denn wenn sie existieren, dann sind alle diese Sensationen vielleicht im neuen Beschleuniger am CERN herstellbar; dann wird man sie an ihren Bruchstücken erkennen können, so wie Rosy es mit den Myonen macht.

Wird es gelingen, nicht nur die Signaturen des Higgs-Teilchens, sondern auch die einer "Neuen Physik" zu entziffern?

"Das wird geschehen", sagt Rosy, sie klingt wie eine Prophetin der Erlösung, "und auch wenn es lange dauert: Ich werde vorbereitet sein." Sie kommt nur noch selten in die Kaverne.

Bei einer Aufräumaktion sind sie neulich hineingeklettert in ihre Maschine, haben Mobiltelefone, Brillen, Uhren herausgeholt, letzte Spuren der Erbauer.

Im Sommer, wenn die Teilchen aufeinanderprallen, wird es hier unten menschenleer sein, wegen der Strahlung. Einzig am Bildschirm wird der "Urknall" zu beobachten sein.

Ein Arbeitstag geht zu Ende, ein Routinetag im wichtigsten Forschungsprojekt unserer Zeit.

An der Bushaltestelle vor dem Haupttor stehen müde Menschen, und Rosy in ihrem Büro kehrt nach zehn Stundenservice zurück zur Königsdisziplin, der Higgs-Suche, die sie seit drei Jahren probt und für die sie nur morgens oder spät am Abend Zeit findet, weil sie fast immer damit beschäftigt ist, die Voraussetzungen für diese Suche zu schaffen.

Sie gähnt, reißt das Fenster auf, dann sitzt sie wieder vor ihren Grafiken. Hier, in der Simulation, ragt der Zacken der Kurve beruhigend in die Höhe. Er steht gerade bei 8. "Das ist die Zahl der Ereignisse, die 36 Monate nach der ersten Kollision zu erwarten sind." "Das heißt, im Jahr 2010 wird das Higgs nach Abertausendmilliarden Kollisionen nur acht Mal aufgetaucht sein?" "Wenn wir gut gearbeitet haben, die Maschine gut funktioniert - ja." "So selten?" "Tja. Es gibt Asteroiden, die fliegen nur alle 80 Jahre an der Erde vorbei.

Bedeutende Naturereignisse sind eben selten." Ein Mann schaut ins Zimmer, Zdenko van Kesteren von nebenan, Amsterdamer Gruppe. Am Wochenende werde er mit Kollegen ins Spa gehen. Whirlpool, Massage, mal wieder den Körper spüren, eintauchen in die Wirklichkeit. Ob Rosy nicht mitkommen wolle?

"Ich glaube, ich habe keine Zeit", sagt sie. Dann schaut sie wieder auf ihren Computer.