Astroteilchenphysik in den Abruzzen

Tief im Inneren Italiens sind selbst noch die Kräfte durch die Bewegungen von Ebbe und Flut aufspürbar. Ein Besuch im Experimentallabor des Gran Sasso, der größten astrophysikalischen Untergrundforschungseinrichtung der Welt.

Von Ulrich van Loyen und Nina Caviezel

Hohe Berge dienen gelegentlich nur als Vorwand für tiefe Höhlen. Die Abruzzen, durchzogen von der höchsten Gebirgskette Italiens, dem Apennin, sind eine jahrhundertealte Kulturlandschaft mit von Schäfern begangenen Hochebenen, Klöstern und Einsiedeleien. Die Benediktiner, gewöhnlich vorgestellt als streng dreinblickende Männer mit langen Bärten und Kutten, brachten nach den Verwüstungen der Gotenkriege den Optimismus in die Täler zurück. In diesem Sinn ist diese Zone ein Resilienzzentrum des Abendlands.

Besonders lebendig ist die Überlieferung von San Domenico Abate, der den Schlangen, die die Weidetiere bedrohten, den Giftzahn gezogen haben soll, sodass man seiner alljährlich beim Schlangenritual in Cocullo gedenkt. Domenico wanderte viel und zog sich zwischendurch in Höhlen zurück, auf deren steinernem Untergrund er zu schlafen und Visionen zu erhalten pflegte. Noch heute kann man diese Stätten aufsuchen und über dem Eingang auf einer Steintafel lesen: „Hierin unternahm der Heilige seine Reisen ins Jenseits." Er zog sich tief ins Erdinnere zurück, um Nachrichten aus weiter Ferne, vom Absoluten zu empfangen.

Nachrichten aus weiter Ferne, gleichsam vom Ursprung des Universums, interessieren ebenso die Frauen und Männer in den Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS). Von den Wirkungsorten des heiligen Domenikus sind sie nur wenige Kilometer entfernt. Seit Mitte der Achtzigerjahre befindet sich das LNGS unter dem Massiv des mit 2912 Metern höchsten italienischen Berges außerhalb der Alpen. Das Gestein filtert und absorbiert kosmische Strahlung, sodass man sich beispielsweise ganz der Erforschung von Neutrinos oder der Suche nach Dunkler Materie widmen kann.

Bereits im Begriff der Astroteilchenphysik kommt das astronomisch Große mit dem ganz Kleinen zusammen. Vom Autobahntunnel an der A 24 öffnen sich schwere Stahltüren, durch die Autorisierte weiter ins Berginnere fahren können. Von hier aus erstreckt sich in drei gewaltigen Tunnelhallen das größte astrophysikalische Untergrundlabor der Welt, in dem die verschiedenen Größenskalen zusammentreffen und über menschliche Körper und Räume mediiert werden.

Wer in den Zentralen der im Inneren errichteten Versuchsanordnungen forscht und Daten auswertet, verbringt seine weitere Zeit in Assergi, gewissermaßen das oberirdische Basislager. Zehn Kilometer außerhalb des Tunnels, auf einer immer noch entrückten Hochebene, treffen sich Astro- und Teilchenphysiker aus Italien, Deutschland und vielen weiteren Ländern. Die Werkstatt für allfällige Umbauten und Erweiterungen der Experimentalanordnungen befindet sich hier, gelegentlich erfindet man bei Bastelarbeiten für das Labor auch etwas, das sich kommerziell verwerten lässt, darunter ultraleichte und gleichzeitig hochbeständige Türschließanlagen für Boeing.

Die Idee für das Untergrundlabor geht auf Antonino Zichichi zurück, den Doyen der italienischen Kern- und Teilchenphysik in der Nachkriegszeit, der mit der Gründung des interdisziplinären Instituts von Erice auch Wert legte auf einen Bewusstseinswandel. Unumstritten ist er nicht, bezweifelte er doch Evolutionstheorie und menschengemachten Klimawandel. Ihn einen schillernden Renaissancemenschen zu nennen, ginge trotzdem nicht fehl. Fest verankert in den christdemokratischen Netzwerken der Nachkriegszeit, propagierte er eine „Kultur" der Wissenschaft, die offen war für deren symbolische Dimension. Berühmt ist die Anekdote über eine Serviette, auf der er das Gran-Sasso-Projekt entworfen haben soll – und eine mögliche Verbindung mit dem CERN, wo der weltweit größte Teilchenbeschleuniger steht. Dass Jahrzehnte später tatsächlich ein Neutrinostrahl aus dem unterirdischen Labor in der Nähe von Genf in die Abruzzen geschickt wurde, hat Zichichi sicher gefreut.

Weniger erfolgreich war ein anderes frühes Großprojekt: der Nachweis einer Supernova, den phosphoreszierende Lichtteilchen in angereicherten Schwerölen erbringen sollten. Die Ölkanister wurden kurz nach der erdnächsten Supernova, die man seit der letzten Milchstraßen-Supernova von 1604 beobachten konnte, angeliefert. Vierzig Jahre warteten die Beschäftigten erfolglos auf ein messbares Ereignis, nun sollen sie entsorgt werden. Das ist nicht ganz einfach: Sie gehören der Russischen Föderation, die die Kanister weder offiziell Italien überlassen will noch zurücknehmen darf.

Die lange Laufzeit der hiesigen Experimente hat mehrere Gründe: das Zusammentreffen großer Skalen – Kosmos, Erdzeitalter und der Aufwand, den es braucht, um die Versuchsanordnung herzustellen, generieren einen Horizont der Erhabenheit, dem sich die Personen anvertrauen und aussetzen. Nicht selten fällt der Lebenszyklus eines Experiments mit der Karrieredauer einer Physikerin zusammen. Doch selbst wenn wie beim Supernova-Projekt der entsprechende Nachweis nicht erbracht wird – was nicht am Scheitern des Experimentes liegen muss –, entstehen eine Menge anderer Aufzeichnungen, die Forschenden in verschiedenen Qualifikationsphasen ihr Auskommen sichern.

Mitunter brauchte es ein Forschungsdesign für Projekte, die über die Laufbahn eines Wissenschaftlers oder einer Wissenschaftlerin hinausreichen, meint Stefan Schönert von der Technischen Universität München. Der Astroteilchenphysiker begann seine Karriere mit dem Supernova-Experiment, lernte hier seine Frau kennen und blieb dem Labor bis heute verbunden. Es falle aber aus intrinsischen Gründen schwer, ein Experiment aufzubauen, das erst in der nachfolgenden Generation Resultate liefere. Das komme auf die Größe der Frage an, wirft die Wissenschaftlerin Elisa Resconi ein: Für eine ganz besonders wichtige Frage sei sie bereit, während ihrer Laufbahn auf Erfolge zu verzichten.

Allerdings setzt selbst ein erfolgreiches Experiment dem Zweifel keineswegs ein Ende, was die am DAMA-Projekt beteiligten Wissenschaftler schmerzhaft erleben mussten. Dieses Experiment wurde unter anderem konzipiert, um Rückschlüsse auf eine zuvor nur postulierte „Dunkle Materie" zu erlauben – jene unsichtbare Größe, die durch Wechselwirkung über Gravitation die Bewegung von Himmelskörpern erklären kann. Zwar beobachtete man bei DAMA eine auf die Erdrotation abgestimmte, periodische Oszillation der Natrium-Iodid-Kristalle, die als Hinweis auf Dunkle Materie interpretiert wurde. Da aber bislang kein anderes zur Überprüfung angesetztes Experiment übereinstimmende Ergebnisse lieferte, spaltete sich die wissenschaftliche Community. Ein gut gemachtes Experiment müsse man gar nicht überprüfen, ein einziger Nachweis sei ausreichend, beschied die Leiterin von DAMA ihren Kollegen. Diese waren entrüstet, widersprach dies doch dem wissenschaftlichen Standard, wonach Experimente reproduzierbar sein müssen. Dass DAMA an die dreißig Jahre lang etwas gemessen hatte, das eine Regelmäßigkeit aufwies, die mit kosmischen Bewegungen übereinstimmte, zogen die wenigsten in Zweifel. Aber was war es?

Im Laufe von Langzeitexperimenten würden die Detektoren immer feinnerviger, was eine zweite Generation oder eine neue Prüfreihe geradezu notwendig erscheinen lasse, meint Matthias Junker, der seit vielen Jahren Forschung am LNGS koordiniert. Genauso gäbe es eine Reihe von Faktoren, technische und physikalische, die erst mit den Jahren hervorträten. Und er verweist auf eine Messreihe, die ebenfalls regelmäßige Signale aufzeichnete, über deren Herkunft niemand Bescheid wusste, sodass man bereits in die Sternengeschichte hinausspekulierte. Schließlich kamen die Forschenden dahinter, dass die Signale das Heben und Senken des Meeres vor Pescara an der Adriaküste widerspiegelten.

Nicht nur sind die Labore in das Gran-Sasso-Massiv eingebettet – das Gestein, das unwillkommene Strahlung abschirmt und den Neutrino-Durchflug erlaubt, ist regelrecht Teil des experimentellen Apparates. Die für die wissenschaftliche Praxis zentrale Unterscheidung von „Signal" und „Noise" muss am LNGS also immer wieder neu ausgehandelt und über die Jahre hinweg angepasst werden.

Der Gran Sasso liegt in einer seismisch hochgradig aktiven Zone. 2009 erschütterte ein Erdbeben der Stärke 6,9 die Universitäts- und Regionalhauptstadt L'Aquila, in den Trümmern der Altstadt kamen fast dreihundert Bewohner ums Leben, die resultierenden Traumata halten bis heute an. Man weiß, dass seismische Zonen spezifische Vorstellungen gebären: instabile, feurige Unterwelten, in denen die armen Seelen um Hilfe bitten, wie man sie auf den Altarbildern in der Region sehen kann. Diese Vorstellungen sind eingebunden in spezifische Körpertechniken, mit denen man auf die Bedrohung zu reagieren gelernt hat, ja sie sich anzueignen bemüht: Eine zitternde Landschaft verlangt ein Gegenzittern, einen Körper, der sich einschwingt und den Geist dazu befreit, selbst hinabzutauchen in die Abgründe, aus denen diese Bewegungen als Quelle von Angst und Verstörung emporwachsen.

Diese gleichsam schamanistischen Kulturtechniken kann man mit den abruzzesischen Höhlen verbinden, die folglich nicht lediglich als Rückzugsorte, sondern als Detektoren für eine als hochgradig nervös erlebte Erde angesehen werden müssen wie auch als Stätten der Übersetzung zwischen dem, was man die Größenordnung des Kosmos nannte, und dem, was die Menschen betraf mit ihrem Versuch, ein moralisch reines und den Vorgaben des Kosmos irgendwie entsprechendes Leben zu führen.

Diese Übersetzung zwischen dem Großen und dem Kleinen, die in der Übersetzungszentrale der Höhle auf einen gemeinsamen Maßstab bezogen werden müssen, findet sich auch bei wissenschaftlichen Experimenten. Durchquert man die verschiedenen zwiebelartig angeordneten Schichten des LNGS – von Assergi im Nationalpark zum Bergmassiv, zur Tunnelhalle, zu den Experimentanlagen bis hin zu den Reinräumen in deren Innerem, kommt man der Untersuchung des „da draußen" Schritt für Schritt näher.

Reinräume sind seltsame Orte, welche gerade in ihrer Differenz zur Alltagswelt als wissenschaftliche Räume wirksam werden. An der Schwelle zum Clean Room durchlaufen die Forschenden Rituale des Anziehens von Reinraumkleidung: Weiße Ganzkörperanzüge, Haarnetz, Maske, Überschuhe und bis zu vier Schichten an Gummihandschuhen werden in vorgegebener Reihenfolge und routinisierten Bewegungen übergezogen. Sie schützen das wissenschaftliche Experiment vor Dreck und Staub, vor Haaren, Schuppen, Tröpfchen. Der menschliche Körper wird gleichzeitig als Teil des Apparates und gefürchteter Kontaminationsfaktor adressiert. Diese hochkontrollierten Räume rufen Assoziationen an medizinische Operationsräume sowie an Szenen aus der Pandemiezeit hervor.

Innerhalb des Reinraums selbst findet sich eine weitere räumliche Schicht, die sogenannte „Glovebox" des LEGEND-Experiments. Wie leblose Arme und Hände hängen Gummihandschuhe aus dem Glaskubus und warten darauf, von Forscherkörpern aktiviert zu werden. Sie vermitteln die Grenze zwischen dem kontaminierenden Außen und dem kontrollierten Innen, in welchem die extrem anfälligen Detektoren gebaut und angepasst werden, erhalten doch die auf bis zu null Grad gekühlten Kristalle bei geringster Zuführung von kinetischer Energie einen ungewollten Wärmeschub. Deshalb bewegt man sich in ihrer Nähe und während der Datenaufzeichnung bewusster. Man benutzt zum Beispiel keine anliegenden Treppen, da Treppensteigen die Signale mit zusätzlichem Noise überschatten könnte. Auf diese Weise schirmen mehrere Ebenen der Vermittlung die Kristalle von der Außenwelt ab, lassen eine hochgradig abstrakte Welt in Erscheinung treten und erzeugen zuletzt den Eindruck, als entkörperlichten sich auch die Forschenden immer mehr – was sie den Höhlenschamanen in gewisser Weise ähneln lässt.

All diese Miniaturisierungen, die aus der Forschungshöhle eine Art Krippenlandschaft machen, in der man dem Geheimnis des weit draußen angesiedelten Ursprungs des Lebens auf die Spur kommen möchte, bedürfen mitunter kühner Basteleien oder „Brikolagen", wie es die Ethnologie nennt. Nicht nur die Behältnisse der Detektoren, die Rampen der Ölkanister, auch die Verbesserung der Abschirmungsleistung gegen die nie ganz auszuschließende Radioaktivität regen den Erfindersinn in loco an. Das führt gelegentlich zu Win-win-Situationen wie jener mit der Staatlichen Behörde für Kulturgüter: Vor Jahren erfuhr man am Gran Sasso von der Idee, vor der sardischen Küste gesunkene römische Schiffe um ihre Bleiladungen zu erleichtern, die archäologischen Einrichtungen zugutekommen sollten. Da Blei eine relativ kurze Halbwertszeit hat, bei jahrtausendelanger Unterwasserlagerung als quasi von radioaktiver Strahlung gereinigt gelten konnte und einen guten Strahlenschutz bietet, lag es nahe, mit diesem die eigenen Detektoren zu umgeben. Damit entsteht eine spannende Zeitlichkeit: Heute hilft das mehr als zweitausend Jahre alte Blei der alten Römer der Wissenschaft von morgen. Und die „historische Pietät" gebietet es, dem nicht genutzten Material eine kleine Vitrine im Untergrundlabor zu widmen.

Als wir die moosigen Wände entlang Richtung Ausgang laufen, wo das Shuttle nach Assergi wartet, können wir uns als in Italien Forschende eine Frage nicht verkneifen: Wenn in fast jeder Institution, so laizistisch sie sich auch gibt, irgendwo eine Madonna, ein Pater Pio oder Ähnliches hängt, wenn ein „funerale laico" bedeutet, Anders- oder Nichtgläubige mit einem Vaterunser zu bestatten, gibt es dann hier im Untergrundlabor, wo man dem Absoluten so nahe kommen möchte, wie es der forschenden Menschheit gegeben ist, irgendeinen Versuch, die höheren Mächte selbst gnädig zu stimmen?

Experimentalphysiker hätten anders als ihre spekulationsaffinen theoretischen Vorarbeiter an der theologischen Dimension weniger Interesse, bescheidet Matthias Junker. Vielleicht aber wollen sie es sich mit niemandem verderben. Nur am Teilchenbeschleuniger, einem wirklichen kleinen Bruder des CERN, wacht, seit dem Besuch einer Freiwilligen Feuerwehr aus Bayern, ein gewisser Sankt Florian über die ganz irdischen Gefahren der Forschung.

Ulrich van Loyen ist Ethnologe und Literaturwissenschaftlerin, **Nina Caviezel** ist Medienwissenschaftlerin und Fotokünstlerin.

Zugriff aufs harte Naturgesetz: Ein Handschuh der Glovebox im Herzen des Legend-Reinraums am LNGS
Foto Nina Caviezel

Unter dem Gran Sasso befindet sich eine eigene Welt: von Dimensionen, die der Größe der Forschungsaufgaben entsprechen: ein Autotunnel im Untergrundlabor
Foto Nina Caviezel