

dem Hinterteil aufs Wasser aufschlug. 81 von 83 Besatzungsmitgliedern konnten sich auf Flöße retten, während die „Macon“ gurgelnd im Meer unterging. Der Funker und ein Küchengehilfe fanden den Tod.

„Danach war die Ära der großen Kriegszepeline endgültig vorbei“, erzählt Grech. „Die Navy wollte nur noch, dass dieser desaströse Teil der amerikanischen Luftfahrtgeschichte möglichst schnell vergessen wird.“

Mehr als ein halbes Jahrhundert lang lag die „Macon“ am Ozeangrund. Ihr Wrack blieb unauffindbar. Erst in den achtziger Jahren weckten zwei Luftfahrthistoriker Grechs Interesse. Fortan war er besessen davon, das Wrack zu finden.

Schließlich gelang es ihm, seinen damaligen Chef David Packard, Mitbegründer des Technologiekonzerns Hewlett-Packard und Stifter des MBARI, für eine Suchaktion zu gewinnen. „Dave hatte all seine wichtigen Freunde aufs Schiff eingeladen und jede Menge Journalisten“, berichtet Grech. Dass sie bloß einen alten Schuh fanden, war peinlich genug. „Aber dann fuhr der Kapitän auch noch über das Kabel des Unterwasserroboters, es verding sich in einem Propeller und blockierte das Schiff – ein Desaster!“ Tobend vor Wut ließ sich Packard von einem Fischerboot an Land bringen. Von der „Macon“ wollte er fortan nichts mehr hören.

Schließlich hing des Rätsels Lösung nur wenige Meter von Grechs Büro entfernt in einer Fischerkneipe an der Wand – ein Stück Aluminiumtragrohr, das ein Fischer schon vor Jahren aus dem Wasser gezogen hatte. Gewissenhaft hatte er die Fundstelle in seinem Logbuch eingetragen.

Grech war elektrisiert. Kurzerhand überredete er den Offizier eines Navy-Schiffs, das sich zufällig in der Nähe aufhielt, die Spur zu verfolgen. „Ich war furchtbar nervös“, sagt er und grinst. „Aber diesmal dauerte es nur zehn Minuten, dann hatten wir die ‚Macon‘ gefunden.“

Mehrere US-Museen haben seither ihr Interesse an einer Hebung des Wracks bekundet. Doch die zuständigen Behörden tun sich schwer. „Das Bergen und Aufbewahren von Artefakten aus dem Meer ist sehr teuer und kompliziert“, erklärt Bruce Terrell, der als Chefarchäologe der NOAA an der jüngsten Expedition teilnahm.

Zudem gebe es vorerst keinen Grund zur Eile: Der zentimeterdicke Schlamm, der sich auf dem Wrack angesammelt habe, vermindere die Sauerstoffzufuhr und verlangsamt so den Zerfallsprozess.

Das sieht „Macon“-Entdecker Grech ganz anders. Er ist sich sicher, dass sein Fund in den vergangenen Jahren sichtlich geschrumpft ist. „Was hat es für einen Sinn, etwas zu schützen, das sich auflöst?“, fragt er. „Und wie viele Menschen können sich an einem Denkmal erfreuen, das 500 Meter unter Wasser liegt?“

SAMIHA SHAFY

ATOMMÜLL

Ritzen im Gestein

Forscher, die nach Endlagern für Strahlenmüll suchen, fahren für Experimente bevorzugt in die Schweiz. Dort gibt es zwei Versuchstollen, die gar nicht als Endlager gedacht sind.



Wissenschaftler im Felslabor Grimsel

„Der Transport ist ein Risiko“

Mit der Seilbahn kommt Ingo Blechschmidt zur Arbeit. Auf 1730 Meter Höhe schließlich wird ein rotes Metalltor sichtbar, hinter dem eine Straße im Bergmassiv verschwindet. Dort drinnen wartet ein VW-Bus auf ihn.

Immer tiefer fährt der Wagen den Gang hinab, der Tunnel führt zur Kommandozentrale des Wasserkraftwerks am Rätchbodensee, am Grimselpass in der Schweiz. Doch Hydroenergie interessiert Blechschmidt, 40, nicht. Ihm geht es um das Gestein um ihn herum.

Ganz still ist es hier, es herrschen laue 13 Grad. Blechschmidt forscht für ein Atommüllendlager. Im Winter muss der Leiter des Felslabors Grimsel oft die Seilbahn besteigen, denn längst liegt im Berner Oberland der Schnee meterhoch, Lawinen bedrohen die Passstraße.

„Sehen Sie, ist das nicht wunderbar?“, fragt der Geologe und lässt seine Hand an der Wand aus grauschimmerndem Granit

entlanggleiten. Eine Tunnelbohrmaschine hat den Stollen vor 25 Jahren in den Berg gefressen. Einzig die wohnzimmergroßen Nischen, in denen die Experimente laufen, wurden grob herausgebrochen.

Das Felslabor im Aarmassiv gehört der schweizerischen Nagra, der Nationalen Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle. „Hier können wir reine Forschung betreiben, gerade weil hier niemals Atommüll eingelagert werden kann“, sagt der Berner Gesteinskundler. „Die Alpen werden seit Jahrmillionen aufgepresst“, erklärt er und scheint dabei mit seinen Händen die Luft zu kneten. „Sie wachsen jährlich um einen Millimeter.“ Irgendwann würde deshalb jeder deponierte Müll an die Erdoberfläche gelangen.

Die Schweiz unterhält zwei Felslabore, abseits möglicher Endlagerstandorte. Das eine, in Grimsel, soll die Eigenschaften von Granit untersuchen. Das zweite, weit entfernt im Kanton Jura gelegen, befasst sich mit der Natur von Tongestein.

Vergleichbare Labore fehlen in Deutschland. Zwar wurde anfangs auch im Salzstock Asse experimentiert. Doch dann kippten die Betreiber jahrelang Fässer radioaktiven Mülls in die Grube; zudem rinnt allerorten Wasser hinein – kein gutes Umfeld für Wissenschaftler. Und auch in Gorbelen waren unbefangene Experimente kaum möglich – sie standen stets unter Verdacht, nur der Vorbereitung eines Endlagers zu dienen.

Anders in Grimsel. Aus aller Welt pilgern die Wissenschaftler in diese Kaverne: Neben Blechschmidt forscht gerade ein Dutzend Japaner, und ein Argentinier tüfelt mit zwei Schweizern an einem Experiment. Forscher aus zehn Ländern übermitteln Messdaten in ihre Heimatstaaten.

Wer den Stollen betritt, bekommt nasse Füße. Wasser sickert durch unsichtbare Spalten und Ritzen im Fels, Rinnsale und Pfützen bilden sich auf dem Boden – nicht gerade ein Ort, der geeignet scheint für das Endlagern von Strahlenmüll.

Blechschmidt jedoch sagt: „Ein trockener Schacht wäre sogar schlecht.“ Anders als im Salz, wo Wasser Hohlräume zum Einsturz bringe, brauchten die Forscher hier die Feuchtigkeit geradezu.

„Granit wird nicht aufgelöst“, erklärt der Geologe, „das Wasser lässt aber den Bentonit quellen, in den wir die Atommüllbehälter einbetten.“ Wenn innerhalb

der kommenden 200 000 Jahre die Behälter, die den Atommüll umschließen, durchgerostet sind, soll eine zweite Barriere die radioaktiven Teilchen stoppen: das Bentonit. Indem dieses Tongestein quillt, verschließt es jede noch so kleine Ritze.

Doch hält der Stoff wirklich, was sich die Wissenschaftler von ihm erhoffen?

Um das zu testen, mauerten Forscher hier vor knapp zwölf Jahren zwei Metallzylinder, äußerlich exakte Kopien von Atommüllbehältern, in Steine aus Bentonit ein. Die so verpackten Container-Attrappen erhitzten sie auf 100 Grad – die typische Temperatur abgebrannter Brennelemente zum Zeitpunkt der Einlagerung.

Wie würde das Bentonit auf die Dauerhitze reagieren? Nach fünf Jahren gruben die Wissenschaftler einen Behälter aus und analysierten das Mantelgestein. Trotz Hitze hatten die Steine genug Wasser aufgesogen. „Der Bentonit quillt auch unter Wärmebelastung“, meint Blechschmidt zufrieden.

chemischen Eigenschaften des Wassers: „Hoher Salzgehalt minimiert den Transport“ – eine wichtige Erkenntnis bei der Suche nach geeigneten Endlagerstätten.

220 Straßenkilometer vom Felslabor Grimsel entfernt steht Paul Bossart, 52, in einem staubtrockenen Schacht, eine Atemmaske verbirgt Mund und Nase. Er ist Herr über die zweite Schweizer Atomforschungsstätte in Mont Terri nahe dem mittelalterlichen Städtchen Saint-Ursanne. Das Labor hat an Bedeutung gewonnen, seit die Schweizer Anfang November sechs Standorte im Land als mögliche Endlager auserkoren haben. Denn wie Mont Terri liegen fünf von ihnen in Tongestein.

Wie Blechschmidt, so beeilt sich auch Bossart zu versichern: Ein Endlager werde hier nie entstehen. „Das wäre töricht, direkt an der Autobahn!“ Er spricht lieber von Spielwiese. „In unserem Labor dürfen Fehler passieren.“ Gehe ein Experiment schief, diskreditiere das nicht automatisch

Der bedächtige Mann zeigt auf ein Diagramm und sagt: „Nahe der Tunnelwand kann Ton tausendmal durchlässiger sein als im Berginnern.“ Für ihn erlaubt das nur einen Schluss: „Man wird ein Endlager mehrere hundert Meter tief im Berg anlegen müssen, damit der Gebirgsdruck hoch ist und hilft, Hohlräume zu schließen.“

Doch wie tief ein Endlager auch liegen mag, irgendwann überwinden kleinste radioaktive Teilchen, Radionuklide, das Gestein und tauchen an der Erdoberfläche auf. „Wir müssen nur sicherstellen, dass das sehr lange dauert“, sagt Bossart und präzisiert: „So lange, dass sie nicht mehr radioaktiv sind, wenn sie sich durch den Behälter, den Bentonitmantel und das Wirtsgestein gekämpft haben.“

In Mont Terri soll das mit Hilfe radioaktiver Isotope nachgewiesen werden. Seit 2006 werden die Teilchen in den Fels geleitet. Als schnellster Stoff erwies sich das Tritium, es legte im ersten Jahr 24 Zenti-



Strahlen unter Verschluss
Mögliche Atommüllendlager in der Schweiz

Hochradioaktiver Müll wie etwa abgebrannte Brennelemente wird in Castor-ähnlichen Stahlcontainern verschlossen, die ihrerseits von Bentonitsteinen ummauert sind. Diese sollen mit der Zeit quellen und so eine kompakte Füllung im Tongestein bilden. Die Forscher hoffen, dass die Container so fest verankert und zugleich von Sickerwasser abgeschottet sind.

Geologe Blechschmidt: Überall bilden sich Pfützen und Rinnsale am Boden

Der andere Container erhitzt bis heute den Berg. Über vier armdicke Kabelstränge werden Wassergehalt und Temperatur gemessen. Auf dem Tunnelboden liegen Schienen, auf ihnen rollten die Behälter hierher. Wie allerdings sollen die 28 Tonnen schweren Originale in so engen Schächten herumbugsiert werden? „Der Transport ist ein Risiko“, räumt Blechschmidt ein.

In einem anderen Stollen verwehrt ein Metallgitter den Zugang: „Zutritt verboten“. Hier arbeiten Wissenschaftler mit radioaktiven Stoffen wie Tritium, Cäsium und Strontium. Horst Geckeis, 48, vom Institut für Nukleare Entsorgung am Forschungszentrum Karlsruhe untersucht radioaktive Partikel. „Wir wollen wissen, ob langlebige Stoffe wie Plutonium am Gestein haften bleiben“, sagt der Chemiker. Die Radionuklide könnten sich an Teilchen im Grundwasser anhängen und diese „wie ein Vehikel“ benutzen.

Inzwischen weiß Geckeis, dass die Mobilität der Teilchen abhängig ist von den

den Standort. „Die Franzosen zum Beispiel machen knifflige Experimente gern hier“, erzählt der Geologe: „Damit sie hinterher bei ihnen daheim klappen.“

Bossart zufolge ist Tongestein das ideale Endlager für radioaktiven Müll. Wenn es trocken, bilden sich Risse, die sich bei Wasserzufuhr erneut verschließen: „Diese Selbstabdichtung kann Jahrhunderte dauern. Aber sie funktioniert“, sagt Bossart. „Wenn ein Endlager verschlossen wird, bleiben die Risse zu.“

Für die geheimen Wege durchs Gestein interessiert sich Klaus Wiczorek, 49. Er dreht einen Regler auf, eine Pumpe presst Wasser mit fünf Bar Druck in ein Bohrloch. Der Geophysiker starrt auf die Manometer, die aus der Felswand ragen. Nach wenigen Sekunden schließt er den Hahn und beginnt mit seinen Messungen.

Die Daten kann er daheim in Braunschweig auf seinem Bildschirm ablesen. Dort arbeitet Wiczorek für die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit.

meter zurück und schaffte im zweiten weiteren sechs Zentimeter – eine sehr langsame Bewegung, denn die Partikel werden durch Diffusion transportiert, nicht in fließendem Wasser.

Zwar ist Wasser im Tongestein enthalten, doch verharrt es dort seit Jahrmillionen. Das Porenwasser stammt aus dem Jurameer und hat sich in den sechs Millionen Jahren, seit das Gebirge in der Region aufgefaltet wurde, nicht mit Regenwasser vermischt. Lediglich die im Wasser gelösten Ionen bewegen sich. Dass diese Diffusion sehr langsam ist, beruhigt den Laborleiter.

„Die Geologie gibt uns die Sicherheit für Jahrtausende“, beteuert er. Dann denkt er an die Autos, die jetzt durch den Autobahntunnel in der Nähe rauschen, und wird nachdenklich: „Was aber, wenn in ferner Zukunft Menschen in ein Endlager hineinbohren, weil man vergessen hat, wo der Atommüll vergraben wurde?“

Darauf weiß auch er keine Antwort.

MATHIAS RITTGEROTT