

EWN

Entsorgungswerk für
Nuklearanlagen



Pressespiegel

03.05.2024

Inhalt

EWN

1 Rügener Gemeinde klagt gegen Betrieb des LNG-Terminals vor Ort <i>Spiegel.de, 03.05.2024</i>	3
2 Wie lange ist „zwischen“? <i>VDI nachrichten, 03.05.2024</i>	4
3 Die Sonnen-Anbeter <i>Focus, 03.05.2024</i>	9

ENERGIEVERSORGUNG

Rügener Gemeinde klagt gegen Betrieb des LNG-Terminals vor Ort

Das Ostseebad Binz versucht die Inbetriebnahme des LNG-Terminals auf Rügen noch in letzter Minute zu stoppen. Auch das Jugendherbergswerk mischt bei der Klage mit.

Der Rechtsstreit um das Terminal zum Import von Flüssigerdgas (LNG) auf Rügen geht in seine wohl finale Runde: Das Ostseebad **Binz** hat vor dem Bundesverwaltungsgericht gegen die Inbetriebnahme der Anlage im Hafen Mukran geklagt. Das teilte der Anwalt der Inselgemeinde, Reiner Geulen, am Freitagmorgen mit. Mit der Klage will Binz noch verhindern, dass das LNG-Terminal geplant am 15. Mai den Betrieb aufnimmt.

Das Amt für Landwirtschaft und Umwelt Vorpommern hatte der Betreiberfirma Deutsche Regas am Montag die immissionsschutzrechtliche **Genehmigung** für den Bau und Betrieb des Terminals auf Rügen erteilt.

Die Gemeinde Binz führt in der Klage vier Gutachten heran, die belegen sollen, »dass die **Störfallrisiken** des LNG-Terminals nicht zu akzeptieren« seien, wie es in einer Erklärung des Anwalts heißt. Demnach entsteht »im engen Hafen von Mukran ein hohes Kollisionsrisiko« mit Kaimauern, Fähren und Kreuzfahrtschiffen, wenn dort künftig auch LNG-Schiffe navigieren würden. Der Antrag warnt zudem vor den Folgen möglicher Brände oder Explosionen auf den Schiffen. Das geplante Konzept des Terminals sei »in derartiger Nähe zu Wohn- und Kurgebieten« einmalig und widerspreche Sicherheitsstandards.

Klage gegen Pipeline bereits abgewiesen

Neben Binz kündigt Geulen weitere Klagen von Anwohnern und dem Eigentümer einer Ferienanlage an, die jeweils nur einige hundert Meter von dem Terminal entfernt liegen. Auch der Landesverband Mecklenburg-Vorpommern des Deutschen Jugend-

herbergswerks wolle einen Antrag stellen, da eine seiner Herbergen »am Ostseestrand unweit des Hafens Mukran« liege.

Die Bundesregierung betont indes, dass das Terminal auf Rügen wichtig für die sichere Gasversorgung Deutschlands und seiner Nachbarstaaten sei, seitdem Russland die Pipeline-Gaslieferungen durch die Ostsee gen Westen im Jahr 2022 schrittweise eingestellt hat. Neben LNG-Terminals an der Nordseeküste brauche Deutschland auch eine leistungsfähige Import-Infrastruktur im Osten, so die Logik, da die Gas-Transportkapazitäten zwischen West- und Ostdeutschland beschränkt seien. Der Bund hatte den Hafen Mukran daher vorigen Sommer in das LNG-Beschleunigungsgesetz aufgenommen. Dieser Schritt erlaubt, die aufwendige Umweltverträglichkeitsprüfung wegzulassen, wenn die schnellere Genehmigung dazu beiträgt, eine Krise der Gasversorgung zu bewältigen oder abzuwenden.

Umweltorganisationen und Kommunalpolitiker fürchten hingegen, dass die Industrieanlage an der Küste die Natur schädigen und den Tourismus abwürgen könnte. Sie bezweifeln zudem, dass das Terminal notwendig sei, um die Energieversorgung abzusichern.

Bereits in der vergangenen Woche hatte sich das Bundesverwaltungsgericht mit der bereits fertiggestellten **Pipeline** beschäftigt, die das Gas vom Terminal in Mukran ans Festland nach Lubmin transportieren soll. Dabei wies das Gericht die Klagen zweier Umweltorganisationen ab.

Wie lange ist „zwischen“?

Entsorgung: In Deutschland sind derzeit in 1223 Behältern hoch radioaktive Abfälle aus Brennelementen aus Kernkraftwerken in Zwischenlagern verwahrt. Genehmigt ist das für 40 Jahre. Es wird nicht reichen.

Der Protest gegen das einst geplante und erforschte Endlager für hoch radioaktiven Abfall und bestrahlte Brennelemente im niedersächsischen Gorleben gehört inzwischen zur deutschen Geschichte. Als Folge hat die Politik einen recht dezidierten, 2017 gesetzlich festgelegten Prozess aufgesetzt, wie und bis wann ein solches Endlager gefunden werden soll.

Allein – nur den Standort für eine Endlager zu finden, zieht sich wohl viel länger hin als gedacht: Das Standortauswahlgesetz (StandAG) avisiert 2031; am 10. November 2022 jedoch bestätigte die zuständige Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE), dass dies nicht zu halten sein wird. Seitdem kursieren Zahlen: 2046, so die BGE damals, sei noch das günstigste Datum, vielleicht auch erst 2068. Das ist noch nicht das letzte Wort. Heißt aber auch: Das Endlager ist weit weg. Und bis dahin?

Was passiert bis zur Endlagerung in Deutschland mit den abgebrannten Brennelementen?

Das zumindest ist geregelt (s. Kasten). „Zwischenlager für Kernbrennstoffe sollen verbrauchte Brennelemente und hoch radioaktive Abfälle sicher verwahren, bis diese an ein Endlager abgegeben werden“, so die Genehmigungsbehörde für diese Lager, das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (Base) in Berlin.

In Deutschland schreibt das Atomgesetz (AtG) vor, dass die aus dem Reaktor entladenen abgebrannten Brennelemente am Standort der Kernkraftwerke zwischengelagert werden müssen (§ 9a Abs. 2 AtG). Alle diese Zwischenlager sind als Trockenlager konzipiert. Und es sind wirklich nur Lager: Einrichtungen zum Beispiel für das Umpacken des radioaktiven Inventars sind nicht installiert (s. Reportage zum Fokus, Seiten 6/7).

Es gibt 16 dieser Zwischenlager im ganzen Bundesgebiet (s. Karte). Seit 2017 gibt es die „BGZ Gesellschaft

für Zwischenlagerung mbH“ (BGZ) in Essen, die bis auf zwei Standorte die Zwischenlager betreibt. Einige sind älter: in Gorleben, Ahaus, Greifswald und am Forschungsreaktor AVR des Forschungszentrums Jülich – genehmigt in den 1990er-Jahren. Greifswald und Jülich haben eigene Betreibergesellschaften. Die große Zahl der Zwischenlager sind eigens eingerichtete Gebäude direkt am jeweiligen (ehemaligen) Kernkraftwerksstandort mit Genehmigungen ab 2002.

Noch befinden sich nicht alle abgebrannten Brennstäbe aus deutschen Kernkraftwerken in den entsprechenden Zwischenlagern. Das dauert etwas. Zuerst kommen die Brennelemente in Abklingbecken, bevor sie in die Transport- und Lagerbehälter, überwiegend vom Typ Castor, umgepackt werden. Diese werden dann in das Zwischenlagergebäude gebracht.

Warum eigentlich 40 Jahre Zwischenlagerung?

40 Jahre, das ist eine politische Zahl, die noch aus der Zeit stammt, als Gorleben als Endlager in der Kerntechnikbranche quasi schon als gesetzt galt. In den 1990er-Jahren waren 40 Jahre ein Zeitraum, nach dem man annahm, dass das Endlager wohl eingerichtet sei und dementsprechend auch die Castoren und andere Behälter aufnehmen könnte.

Das Base erklärt hierzu, die atomrechtlichen Genehmigungen seien „bewusst auf 40 Jahre befristet“ worden. Mit der Befristung hätte der Bund deutlich gemacht, dass aus den Zwischenlagern „keine Endlager werden“ sollen. Hintergrund hierzu sind die großen gesellschaftlichen Spannungen, die allein die Suche nach einem atomaren Endlager in Deutschland bis heute verursacht.

Der Nuklearchemiker Stefan Theis war beim Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (Ensi) viele Jahre u. a. zuständig für die Zwischenlagerung. Er bezeichnet im Gespräch mit VDI nachrichten die damalige Befristung aus „technischer Sicht als nicht zwin-

gend“, vermutlich aber als notwendig aus Gründen des damaligen politischen Konsenses.

Er kann technische Gründe für eine befristete Zwischenlagerung nicht erkennen. „In der Schweiz zum Beispiel haben wir eine unbefristete Genehmigung der Zwischenlager. Alle zehn Jahre erfolgt aber eine umfassende Sicherheitsüberprüfung, im Zuge der die Sicherheitsnachweise dann auf den neuesten Stand gebracht werden.“

Theis ist seit 2008 auch Mitglied des Ausschusses Abfall und Zwischenlagerung der Entsorgungskommission (ESK), die das deutsche Bundesumweltministerium (BMUV) in nuklearen Entsorgungsfragen berät.

Jetzt sind 40 Jahre in manchen Industriebranchen eine Ewigkeit, aber in der Kerntechnik ergibt sich eine andere Dynamik. 2040 oder 2045 ist da gar nicht so weit weg. 2034 erst recht nicht, dann nämlich läuft die Genehmigung für das Behälterzwischenlager in Gorleben aus, 113 Behälter stehen dort; die Genehmigung für Ahaus läuft noch bis 2036. Für ein komplett neues Genehmigungsverfahren – und ein solches ist laut Base notwendig – werden für die meisten Zwischenlager acht Jahre veranschlagt, so die Behörde.

„Das Base legt in Deutschland die Maßstäbe fest, wie bei einer erneuten Genehmigung der Zwischenlager die Nachweise zu führen sind“, weiß Theis. Bleiben jetzt also noch knappe zwei Jahre, um für Gorleben alles aufzusetzen, sodass die BGZ in den Prozess einsteigen kann. Gorleben und Ahaus dürften dann als Blaupause für die anderen Zwischenlager dienen.

Wie wird die Sicherheit der Zwischenlager bisher sichergestellt?

Das Sicherheitskonzept für die bisherigen Zwischenlager basiert, so die BGZ auf einem integrierten Gesamtkonzept, bei dem alle Schutzziele für die jeweiligen Komponenten ineinandergreifen: „Zu diesen zählen der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle, die Wärmeabfuhr, die Abschirmung der Strahlung und Unterbindung einer nuklearen Kettenreaktion im Behälter. Ausschlaggebend dafür sind die Transport- und Lagerbehälter, die selbst extremen Einwirkungen wie Feuer oder einem Flugzeugabsturz standhalten. Sie schirmen die Strahlung so weit ab, dass am Anlagenzaun die festgelegten Grenzwerte in allen Zwischenlagern deutlich unterschritten werden“, so die BGZ gegenüber VDI nachrichten.

Aus Sicht von Stefan Theis hat die deutsche Zwischenlagerung bisher eine kritische Begutachtung seines Sicherheitskonzepts bestanden. So wurden die deutschen Zwischenlager, wie auch die Kernkraftwerke,

nach dem Atomunfall von Fukushima einem sogenannten Stresstest unterzogen. „Man ist aus technischer Sicht zur grundsätzlichen Aussage gelangt, dass die Trockenlagerung in störfallsicheren, dickwandigen Gussbehältern erhebliche Sicherheitsreserven aufweist, nicht zuletzt aufgrund der Tatsache, dass hier ausschließlich passive Systeme verwendet werden“, erklärt Theis. „Daher gefährden selbst Überflutungen und Erdbeben die Sicherheit nicht unmittelbar.“

Er arbeitete damals in der entsprechenden ESK-Arbeitsgruppe unter Leitung des damaligen Öko-Institut-Chefs Michael Sailer mit an der Begutachtung. „Praktisch bei allen Anlagen wurde Stresslevel 2, das höchste Level, erreicht. Und die Deutschen waren die Einzigen, die diese Stresstestübungen für alle Einrichtungen mit nennenswertem radioaktivem Inventar durchgezogen haben.“

Der Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND) sieht nach wie vor Schwachpunkte: Er stellte letztes Jahr eine Studie zur aktuellen Sicherung und Sicherheit der Zwischenlager für hoch radioaktive Abfälle in Deutschland vor. Die sei „hoch problematisch“, so das Fazit. Es bezieht sich vor allem darauf, dass eben die Genehmigung der Lager nach 40 Jahren ausläuft. Der BUND fordert ein „solides, deutschlandweites Sicherheitskonzept“, denn die Zwischenlager würden „schleichend zu Langzeitlagern und sind dafür gar nicht ausgelegt“, sagte der BUND-Vorsitzende Olaf Bandt damals. Konkret fordert der BUND Nachbesserungen, denn in den Zwischenlagern müsse die Alterung des Behältermaterials stärker berücksichtigt werden.

Was wir über die Sicherheit der Behälter wissen.

„Die Behälter sind aus technischen Gesichtspunkten nicht auf die 40 Jahre limitiert. Aus auslegungstechnischen Aspekten würden sie eine weitere Nutzung ermöglichen“, weiß Florian Rowold, Fachgebietsleiter Zwischenlagerung bei der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS). Bei der Sicherheit der Behälter wird nicht nur auf die Wandung abgehoben, sondern auch auf das Verschlusssystem: „Ein sicherer Einschluss des radioaktiven Materials ist durch das Doppeldeckeldichtsystem stets gewährleistet“, erklärt die BGZ.

„Den ersten Schutz bietet immer noch der Castor. Der hält schon einiges aus. Das Lagergebäude ist ein weiterer Schutz z. B. vor Zugriff“, skizziert Florence-Nathalie Sentuc, bei der GRS Leiterin der Abteilung Stilllegung und Zwischenlagerung, das Sicherheitskonzept kurz. Hinzu komme auch heute schon ein Alterungsmanagement, das kontinuierlich gemacht werde.

Die BGZ rüstet ihre Zwischenlager nach eigenen Angaben kontinuierlich nach. „Alle sicherheitsrelevanten Systeme werden regelmäßig unter Überwachung der Aufsichtsbehörde und von ihr bestellter Gutachter geprüft und gegebenenfalls instandgesetzt oder ausgetauscht“, so das Unternehmen auf Anfrage. Ergänzend gäbe es alle zehn Jahre eine Periodische Sicherheitsüberprüfung. „Bei dieser wird kontrolliert, ob sich aus den Betriebserfahrungen und neuen Erkenntnissen weitere Anforderungen ergeben und ob diese Nachrüstungen erforderlich machen.“

Was wir über die Sicherheit der Gebäude wissen.

„Die Zwischenlagergebäude an sich sind robuste Bauwerke“, sagt GRS-Experte Rowold. Da könne man davon ausgehen, dass sie auch nach 40 Jahren noch ihre Funktion erfüllen würden. Bei der Sicherheit der Gebäude spielt zusätzlich eine Rolle, welche Szenarien mit welchen Schadensereignissen denn nun herangezogen werden müssen, um die Sicherheit zu evaluieren.

Das ist auch eine Sache der Gerichte, wie der Fall Brunsbüttel 2015 zeigte. Für dieses Zwischenlager wurde die Sicherheit richterlich verneint. In Bayern hingegen hat der Verwaltungsgerichtshof (VGH) in München erst im April dieses Jahres entschieden, dass das Zwischenlager Gundremmingen ausreichend gegen terroristische Attacken geschützt und somit sicher sei. Das Base kündigte an, das Urteil aus München auszuwerten, um die Auswirkungen für die künftige Arbeit der Behörde zu prüfen.

Was sind die Knackpunkte dabei, die Zwischenlagerung in den bestehenden Zwischenlagern zu verlängern?

„Wir wissen eigentlich ziemlich sicher, dass für 40 Jahre Zwischenlagerung alles safe ist, aber bei den jetzt diskutierten Zwischenlagerzeiten weiß man halt nicht genau, wie lange es safe ist“, erklärt Julia Mareike Neles die Aufgabe. Die Expertin leitet am Öko-Institut stellvertretend den Bereich Nukleartechnik & Anlagensicherheit. Das Problem betreffe nicht nur Deutschland, entsprechend sei die Forschung auch international aufgestellt und noch einmal massiv gesteigert worden.

Es geht also um Alterungseffekte und davon gibt es laut dem Ensi-Experten Stefan Theis drei Arten. „Es gibt die technische Alterung; es gibt eine regulatorische Alterung, das heißt, es ändern sich zum Beispiel Anforderungen aus Gesetzen; und es gibt eine organisatorische Entwicklung.“ Als Beispiel führt er die Betriebsführerschaft der Zwischenlager in Deutschland an: Früher waren es die Kernkraftwerksbetreiber oder

deren Tochterunternehmen, heute die BGZ. Es gelte, alle drei mit ihren Auswirkungen zu betrachten.

„Die technischen Fragen im Zusammenhang mit der trockenen Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente aus Leichtwasserreaktoren, und nur darum geht es ja in Deutschland, sind verstanden und eigentlich gelöst“, erklärt Stefan Theis. Die BGZ wird denn auch nicht müde zu versichern: Bislang gebe es keine Erkenntnisse, die darauf hindeuten, dass eine sichere Zwischenlagerung in den bestehenden Lagern über die 40 Jahre hinaus nicht möglich sei. „Das Konzept der Zwischenlagerung ist zudem so robust ausgelegt, dass es keine Effekte gibt, bei denen die Sicherheit plötzlich und unerwartet gefährdet wäre.“ Aufgrund des „umfassenden Alterungsmanagements“ sei man „überzeugt, die sichere Zwischenlagerung auch in den nächsten Dekaden gewährleisten zu können“, heißt es.

Woran wird bezüglich der längeren Zwischenlagerung geforscht?

Die BGZ hat ein eigenes Forschungsprogramm aufgelegt, „in dem sie in konkreten Vorhaben gemeinsam mit nationalen und internationalen Partnern aus Forschung, Industrie und von Universitäten das Langzeitverhalten von Brennelementen und Behältern untersucht.“ So wird oft auch im Verbund geforscht, vor allem was die Langlebigkeit des Doppeldeckeldichtsystems wie auch die Integrität der Brennstäbe angeht.

Seit Oktober 2023 hat die BGZ an der TU München eine eigene Arbeitsgruppe unter Leitung des Kernphysikers Maik Stuke aufgebaut, die das Alterungsverhalten von Brennelementen untersucht. „Ziel ist es, durch unsere Forschungsaktivitäten die Grundlagen für die Genehmigungsverfahren zu schaffen, die die BGZ für eine verlängerte Zwischenlagerung führen wird.“

Auch Organisationen wie die GRS sind eingebunden: „Wir führen schon seit einigen Jahren mehrere Forschungsvorhaben zum Thema Zwischenlagerung durch“, erläutert Zwischenlager-Experte Rowold. Die GRS gibt dann den zuständigen Stellen auch Hinweise auf Erkenntnislücken, die sie sieht. Ein Thema ist zum Beispiel die Hüllrohrversprödung der Brennelemente. „Da beschäftigen wir uns intensiver mit“, sagte Florence Sentuc, „auch mit den Mechanismen, die auf einen Behälter vielleicht einwirken, wenn es später an den Transport geht. Wie sieht das dann aus, wenn ein Behälter nach 40, 80, wie viel Jahren auch immer, transportiert werden soll? Wie verhält sich gealtertes Material unter solchen Bedingungen?“

Experimentell untersucht das dann zum Beispiel die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM). „Wir wiederum kümmern uns in unseren Simu-

lationen um das Verhalten des radioaktiven Inventars und der Behälterkomponenten unter den Lasteinwirkungen eines Transports“, so Sentuc.

Die Castoren selbst sind eigentlich seit Anbeginn unter ständiger Beobachtung. „Man hat von Anfang an Komponenten wie die Dichtungen, bei denen man Alterungseffekte nicht ausschließen konnte, langfristigen Untersuchungsprogrammen unterzogen. Diese laufen im Prinzip begleitend zur Zwischenlagerung immer weiter“, so Theis.

Noch heute gibt es Castor-Mock-ups, die vor dem ersten ausgelieferten Behälter gefertigt wurden und an denen die geforderte Dichtheit regelmäßig verifiziert wird. Da sie älter sind als alle Exemplare, die im Feld stehen, lassen sich hier vorausschauende Studien betreiben und bei Sicherheitsauswirkungen mit Vorlauf-Lösungen suchen.

Alterungseffekte lassen sich experimentell bestimmen oder durch Simulation erforschen. So ließe sich die Alterung der Dichtungen an den Behältern untersuchen, indem man sie z. B. einer Temperatur aussetzt, die höher ist als die spezifizierte Einsatztemperatur, erläutert GRS-Experte Rowold: „Aus den Messdaten versucht man dann über die Zeit zu extrapolieren. Es gibt heute verschiedene Versuchsreihen, bei denen Dichtungen zum Teil mehrere Jahre unter verschiedenen Temperaturniveaus im Labormaßstab gelagert werden. Diese wurden und werden dann auch sukzessive untersucht.“

Positiv ist, dass bestrahlte Brennelemente mit der Zeit einen immer größer werdenden Teil ihrer Strahlung abgegeben haben und die Wärmeentwicklung sinkt. Laut ESK-Mitglied Theis sind nach 30 bis 40 Jahren die Brennelemente so weit abgeklungen, dass auch im Inneren der Behälter Hüllrohrtemperaturen nicht mehr wesentlich höher als 100 °C liegen würden. „Die Abschirmwirkung des Behälters durch die Dicke der Wandung nimmt über die Zeit nicht ab; vielmehr nimmt der Quellterm der Brennelemente ab, die Wandstärke aber bleibt gleich. Wenn die Geometrie im Behälter weiterhin gegeben ist, dann sind auch hier keine negativen Effekte zu erwarten“, erläutert Rowold.

Auch die Gebäude werden noch einmal angeschaut. So wird zum Schutz des Zwischenlagers Gorleben zum Beispiel vor Terrorattacken eine Schutzwand rund um die Halle errichtet werden. Das wurde im Februar bekannt. Auch eine neue Sicherungszentrale soll in den nächsten drei bis dreieinhalb Jahren entstehen, wie die BGZ auf Anfrage der Deutschen Presseagentur (dpa) mitteilte. Ein Beispiel dafür, wie die BGZ den Schutz der Zwischenlager gegen Terroranschläge oder kriminelle Handlungen neu bewertet und

anpasst. Während der BUND-Vorsitzende Olaf Bandt laut dpa kritisierte, die Baumaßnahmen in Gorleben kämen sehr spät und reichten nicht aus, sagte der Sprecher der Bürgerinitiative Umweltschutz Lüchow-Dannenberg, Wolfgang Ehmke, die nur 20 cm starke Decke der Halle sei der Schwachpunkt, vor allem im Fall eines Flugzeugabsturzes.

Und was nun?

„Die Zwischenlagerung hat keine andere Chance, sie muss eben so lange erfolgen, bis das Endlager da ist“, beschreibt GRS-Expertin Sentuc die Lage. Es sollte also möglichst schnell das Thema der Endlagerung geklärt werden, damit sich die Hängepartie in den Zwischenlagern nicht hinzieht. Ob es wirklich eine Hängepartie wird, hängt auch davon ab, wie die Zwischenlagerung ab Auslaufen der bisherigen Genehmigungen über die 40 Jahre Laufzeit hinaus geregelt wird:

u Je länger die neue Laufzeit ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass dieses Thema nicht erneut auf der Agenda erscheint.

u Je intensiver und konservativer in den nächsten Jahren die Langzeitriskien einer Zwischenlagerung erforscht, evaluiert und daraus Konsequenzen für die weitere Genehmigungs- und Betriebspraxis gezogen werden, desto besser. Das aber braucht auch ein politisches Bekenntnis, genügend Fachleute und das nötige Geld für diesen Prozess.

Denn, so die Öko-Instituts-Expertin Neles: „Es ist ein Schnittstellenproblem“ – also ein Problem des Übergangs, von der Zwischenlagerung in die Endlagerung. Es geht darum, die bisherige gesetzliche Absicherung durch eine neue zu ersetzen und dabei die Chance zu nutzen, noch einmal zu checken, ob man in Sachen Sicherheit nichts übersehen hat.

Der Zeitfaktor ist dabei in gesellschaftlicher Hinsicht wichtig

Während nämlich die Endlagerung eine Ewigkeitslast für die ausgewählte Region sein wird, haben sich die Standorte für die Zwischenlagerung bisher nur auf eine vorübergehende Aufgabe eingerichtet. „Wenn diese Zwischenlager jetzt sehr viel länger bestehen bleiben, dann stellt sich die Frage, was das für diese Regionen bedeutet, auch im Verhältnis zum Standortauswahlverfahren für das Endlager“ gibt Öko-Institut-Expertin Neles zu bedenken. Während es für die Öffentlichkeitsbeteiligung des Endlagers einen sehr formalen Prozess gebe, fehle dieser bei den Zwischenlagern. „Es gibt den Rat der Regionen, der im Standortauswahlverfahren vorgesehen ist, der hälftig-hälftig mit Vertretern aus den Zwischenlager-

Standortgemeinden und aus den Regionalkonferenzen besetzt werden soll“, so Neles.

Doch den Rat der Regionen gibt es noch nicht

Bis dahin haben sich die Bürgermeisterinnen und Bürgermeister der Standortgemeinden in der Asketa organisiert, der Arbeitsgemeinschaft der Standortgemeinden mit kerntechnischen Anlagen. „Wir haben die Sorge, bei der Endlagerfrage von der Politik vergessen zu werden“, sagte bereits 2016 Stefan Mohrdieck, damals Bürgermeister der Stadt Brunsbüttel. Bis heute haben die Gemeinden die Sorge, dass aus ihren Zwischenlagern verkappte Endlager werden. Der Landshuter Landrat Peter Dreier forderte daher 2023 ein zentrales deutsches Zwischenlager im niedersächsischen Gorleben. Zwar hatte sich die deutsche Politik seinerzeit aufgrund der zahlreichen Transporte entschieden, dezentrale Zwischenlager einzurichten, aber die Debatte darüber, ob das nicht ein entscheidender Webfehler des Konzepts ist, dürfte wieder aufkommen.

Den Schwarzen Peter bei der Verlängerung der Genehmigung hat laut Rechtslage die BGZ: „Der Betreiber hat die Verantwortung für die sichere Aufbewahrung“, erklärt das Base. Heißt aber auch: Wenn die 40 Jahre des Genehmigungszeitraums abgelaufen sind, hat der Betreiber „nachzuweisen, dass die Behälter, Gebäude und weiteren Systeme weiterhin alle Genehmigungsanforderungen erfüllen“, so das Base.

Im Endeffekt steht immer der Bund in der Pflicht: Die Stelle, die die Kriterien vorgibt und prüft, das Base, ist eine Bundesbehörde, die dem BMUV untersteht. Die

BGZ wiederum ist eine 100 %ige Gesellschaft des Bundes, vertreten durch das BMUV.

Wer macht was bei der Zwischenlagerung?

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) ist politisch auch zuständig für die nukleare Entsorgung und damit für die Zwischenlagerung.

Das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (Base) ist auch zuständig für die Zwischenlager. Es ist zuständig für die Genehmigung, Aufsicht und Regulierung in den Bereichen End- und Zwischenlagerung. Das Base wurde 2014 gegründet und ist eine selbstständige Bundesoberbehörde und untersteht dem BMUV.

Die BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) betreibt den größten Teil der Zwischenlager für radioaktive Abfälle in Deutschland. Die BGZ wurde 2017 gegründet, ist in privater Rechtsform organisiert, gehört aber zu 100 % dem Bund (vertreten durch das BMUV). Als Betreiberin der Zwischenlager hat sie die Aufgabe, die Lager für die Zukunft fit zu halten, auch über die bisherigen Genehmigungszeiträume hinaus. Die Base ist für das BGZ die zuständige Aufsichtsbehörde.

„Die Zwischenlagerung hat keine andere Chance, sie muss eben so lange erfolgen, bis das Endlager da ist.“ - Florence-Nathalie Sentuc, Leiterin Abteilung Stilllegung und Zwischenlagerung, GRS, Köln



Focus | 03.05.2024 | S. 54

Auflage: 240.543 | Reichweite: 3.156.000

Matthias Jauch

Die Sonnen-Anbeter

Seit Jahrzehnten arbeiten Forscher daran, mit der Kernfusion Energie zu erzeugen. Nun wittert die Wirtschaft ein Geschäft. Wozu taugt die Fusion in der Klimakrise wirklich?

Sie nennen sie „Planet“, diese eigene Welt weit oben im Tal des französischen Flusses Durance, auf einer Fläche von 40 Hektar. Hier arbeiten rund 2000 Ingenieure, Physiker, Techniker und sogar Juristen an einer Energie, die sie selbst noch nicht ganz verstehen. Das Mysterium bringt Menschen aus 35 Ländern zusammen und verschlingt Milliarden von Euro. Es gleicht einem Heiligen Gral, der selbst konkurrierende Staaten wie China, Russland und die USA kooperieren lässt. In Cadarache, so heißt der Ort in der Provence, 60 Kilometer nördlich von Marseille, steht im Kern der Anlage ein Reaktor, der bald ein gewaltiges Problem lösen soll: Energie zu liefern, ohne die Umwelt zu belasten.

Diese Welt versteht man am besten von oben. Pietro Barabaschi steigt ein Metallgerüst empor, dem Dach der 300 Meter langen Werkshalle entgegen. Der 58-Jährige ist Generaldirektor des internationalen Forschungsprojekts ITER. „Niemand war je da, wo wir hingehen“, sagt er.

Das Sonnenfeuer entfachen

Barabaschi blickt jetzt aus 40 Metern Höhe auf den Kern dieses Reaktors und sagt: „Wir arbeiten an einem gewaltigen Feuer, das es so noch nie gegeben hat.“

Das Feuer, von dem Barabaschi spricht, meint die letzte Primärenergiequelle, die bekannt, aber noch nicht nutzbar ist: Kernfusion, das Verschmelzen von Kernen. Unter gewaltiger Kraftanstrengung sollen Atome aufeinander geschossen werden, um daraus noch viel mehr Energie zu gewinnen. Die Kraft der Sonne und Sterne, wie sie bei ITER sagen. Denn in der Sonne fusionieren viele Milliarden solcher Kerne in jeder Sekunde und setzen dabei gewaltige Hitze frei.

Im Lateinischen steht „Iter“ für die Reise oder den Weg. Nun ist es die Abkürzung für einen „International Thermonuclear Experimental Reactor“. Barabaschi sagt: „Wir haben mehr als 100 Milliarden Dollar investiert, um auf den Mond zu kommen. Die Erforschung dieser

Energie ist es mindestens genauso wert.“

Die Hoffnungen in die Kernfusion sind gewaltig. Befürworter sprechen von einer sicheren und unerschöpflichen Energiequelle ohne schädlichen Eingriff in die Umwelt. Der Treibstoff der Fusion, meistens Wasserstoff, setzt keine Treibhausgase frei. Das wird ein Vorteil gegenüber fossilen Energien sein. Denn der Strombedarf wird nicht nur in anderen Weltregionen, sondern auch durch die Klimawende gewaltig wachsen, so viel ist klar. Kritiker fürchten dagegen die Kosten der noch nicht ausgereiften Technologie und mahnen, sich lieber auf die Erneuerbaren zu konzentrieren, vor allem Wind- und Solarenergie. Außerdem werde die Kernfusion nicht rechtzeitig marktreif, um wie geplant den Planeten bis zur Jahrhundertmitte weitestgehend klimaneutral aufzustellen. Doch auch die Erneuerbaren können den Bedarf später wohl kaum alleine decken. Durch die Fusions-Forschung wittern mittlerweile auch Unternehmer ein neues Geschäft im Bau und Betrieb der Kraftwerke von morgen. Start-ups früherer Forscher, Ableger von Forschungszentren und Industrieunternehmen entwickeln derzeit Prototypen und sammeln Geld von Investoren ein. Rund 40 Fusionsprojekte gibt es weltweit, vor allem in den USA, Deutschland, Japan und China. Milliarden wurden bereits investiert.

Unter den Förderern ist auch Bill Gates, der über die Investmentfirma Breakthrough Energy Ventures begonnen hat, sich an Fusionsprojekten zu beteiligen. Microsoft, das er einst gründete, schloss vor Kurzem einen Vertrag mit dem Start-up Helion, um einen Fusionsreaktor zu entwickeln und zu betreiben. Mit dem Strom sollen die Rechenzentren des Software-Riesen versorgt werden – schon ab 2028. Was aber kann die Kernfusion in der Klimakrise leisten – und ab wann? ITER-Chef Barabaschi ist Enthusiast. Nach dem Studium der Elektrotechnik arbeitete er erst beim Joint European Torus, einem mittlerweile abgeschalteten Versuchsreaktor in Großbritannien, später im Entwick-

lungsteam von ITER in Garching, dann als Projektmanager für ein japanisches Fusionsprojekt. Sein Arbeitsleben hat er ganz der Kernfusion gewidmet. „Es gibt kein größeres und komplexeres Unterfangen. Meine Neugierde, dieses Problem zu lösen, lässt mich nicht los.“

Eigentlich sollte auch der ITER-Reaktor schon 2025 in Betrieb gehen. Doch der Zeitplan ist längst nicht mehr zu halten. Zuletzt sorgten Konstruktionsfehler ausgerechnet bei der wichtigen Vakuumkammer für Verzögerungen. Die Kosten des Projektes haben sich seit dem Start 2006 ohnehin vervielfacht, nun sollen sie bei über 20 Milliarden liegen.

„Wir werden sehr bald einen Zeitplan vorlegen – und den Bau in wenigen Jahren abschließen“, verspricht Barabaschi, der das Projekt neu organisieren soll.

Bald soll im sogenannten Tokamak-Reaktor Wasserstoff gigantischem Druck ausgesetzt werden, um die Atomkerne zu Helium verschmelzen zu lassen. Enorme Hitze wird dabei frei, die von Gefäßwänden absorbiert wird, um über Turbinen und Generatoren Dampf und anschließend Strom zu erzeugen. Anders als bei der Kernspaltung etwa mit Uran entsteht kaum strahlender Müll.

ITER soll erstmals das Zehnfache der eingesetzten Energie erzeugen. Etliche Kraftwerke könnten anschließend entstehen. „Vieles passiert hier zum ersten Mal. Die Technologie zu entwickeln, mit Forschern etlicher Disziplinen und aus Dutzenden Ländern, macht große Investitionen notwendig, aber der Nutzen wird gewaltig sein“, so Barabaschi. Das scheint die Bundesregierung ähnlich zu sehen. Sie will in den kommenden Jahren eine Milliarde Euro in die Fusionsforschung investieren, die Grundlage für ein Fusionsökosystem der Industrie schaffen. „Fusion ist die riesige Chance, all unsere Energieprobleme zu lösen“, sagte Forschungsministerin Bettina Stark-Watzinger im vergangenen Sommer.

**„Unser Energiebedarf steigt enorm. Fusion ist Teil der Lösung“ - Milena Roveda
CEO Gauss Fusion**

Als Wirtschaftsminister Robert Habeck im Februar den Forschungsreaktor im bayerischen Garching besichtigte, sprach er von einer „super spannenden Perspektive. Man kann davon ausgehen, dass aus der Forschung auch mal eine Anwendung wird.“ Das Ministerium sieht Deutschland an der Spitze der Forschung. Aber aus dem Ressort heißt es indes auch: „Wir sind noch Jahrzehnte von der Stromerzeugung in einem Fusionsreaktor entfernt.“

Selbst die grüne Umweltministerin findet positive Worte. Wenn irgendwann „sicher und preiswert über eine solche Technologie die Energieversorgung gesichert werden könne“, wenn also all diese vielen „Wenns“ beseitigt wären, „dann sei es ja falsch, das nicht zu nutzen“, sagte Steffi Lemke im Januar auf einer Veranstaltung der deutschen Atomaufsicht in Berlin. Im April ließ sich auch EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen den Forschungsreaktor zeigen. Ihr Fazit: „So schwierig diese Technologie ist, so groß ist ihr Potenzial.“ Es verschiebt sich zumindest etwas, auch in der Politik. Höchste Zeit! Als das Münchner Fusions-Start-up Marvel Fusion 2023 ankündigte, in die USA zu gehen, wurden die Ängste einer Deindustrialisierung neu entfacht. Nun sitzt die Forschung für den ersten Fusionsreaktor des jungen Unternehmens nicht mehr in München, sondern auf dem Campus einer Universität in Colorado und damit in dem Land, wo Größen wie Amazon-Chef Jeff Bezos oder eben Bill Gates in den Sektor investieren. Und hier? „Hier schauen immer alle auf den Staat“, sagte der Gründer Moritz von der Linden im vergangenen Jahr.

Zu spät ist es für Deutschland noch nicht. In München arbeitet mittlerweile Francesco Sciortino, der Gründer des Start-ups Proxima Fusion, eines Ablegers des Max-Planck-Instituts (MPI) für Plasmaphysik in Greifswald, das mittlerweile 27,5 Millionen Euro Kapital eingesammelt hat. Er berichtet, wie sich frühere Wissenschaftler des MPI, von Google X oder des US-Forschungsinstituts MIT zusammengefunden haben.

„München ist ein guter Ort, um Talente anzuziehen“, sagt er. Sie arbeiten nun daran, ein Fusionskraftwerk in den 2030er Jahren zu errichten. Wäre das 30 Jahre weg, würde er wohl nicht daran arbeiten. Er ist überzeugt davon, dass ein Reaktor in den 2030er Jahren betriebsbereit sein wird. So sieht es auch Milena Roveda. „Bitte nennen Sie es Fusion!“ Das ist einer der ersten Sätze, die Roveda sagt. Denn mit der Kernspaltung und dem langlebigen Atommüll, der so vielen Angst mache, habe die jetzige Technik nichts zu tun. Das sagt eine, die früher für sich alle Branchen in Betracht zog – außer dem Energie-Business. Nun trägt sie ein Armband, auf dem steht: #Fusionista.

„Ich sehe hier ein riesiges Potenzial“, sagt Roveda, die nun Geschäftsführerin ist von Gauss Fusion in Garching. Das Unternehmen wurde erst 2022 gegründet. Seine Physiker und Ingenieure arbeiten am ersten Design eines sogenannten Stellarators. Der könnte, anders als der ITER-Reaktor, im Dauerbetrieb eingesetzt werden.

Von den rund 40 Unternehmen im Kernfusionssek-

tor sind die meisten Sprösslinge von Forschungsinstituten oder Start-ups früherer Forscher. Nicht aber Gauss Fusion. In der Allianz haben sich etablierte Industrieunternehmen zusammengefunden. „Fusion ist eine einmalige Chance, eine neue Industrie in Europa zu kreieren. Wir müssen jetzt loslegen“, sagt Roveda.

Chance für eine neue Industrie

Dabei wird doch gerade Europa immer wieder für seine schwerfällige Bürokratie kritisiert – nicht aber von Roveda, die aus dem Loben gar nicht mehr rauskommt. Über Leitindustrien, wirtschaftliche Netzwerke, Forschung auf Weltklasse-Level. Wenn Europa alles richtig mache, könne „eine komplette Wertschöpfungskette entstehen, aus Energieproduktion, Maschinenbau, Zulieferern und Logistik. Das bedeutet Jobs, Wohlstand und Wirtschaftswachstum“, sagt sie. Gauss Fusion hat auch den Export im Sinn. „Das Konzept kann man in anderen Regionen ausführen. In einer, ‚all electric world‘ wird unser Energiebedarf immens sein – und Fusion ein Teil der Lösung sein.“

Dafür wird sie die Politik jedenfalls brauchen. 20 Milliarden Euro, rechnet Roveda, wird es kosten, bis ein kommerzieller Fusionsreaktor gebaut ist. Der Großteil wird erst anfallen, wenn es zum Bau des Reaktors kommt. Aktuell arbeite man am Design, danach baue man dann Prototypen der benötigten Technik. Dennoch wirbt sie bereits um staatliche Unterstützung bei den Investitionskosten.

Erst im Januar habe sie sich mit dem französischen Präsidenten Emmanuel Macron ausgetauscht. Sie spreche mit Industrie und Politik in Dänemark und den Niederlanden. Es wirkt nicht so, als würden alle auf Deutschland warten. „Ich würde mir wünschen, dass wir hier unser erstes Kraftwerk bauen können. Wir suchen aber auch nach Möglichkeiten in anderen europäischen Ländern“, so Roveda. Immerhin: Der weltgrößte Stellarator, ein Testreaktor für die Kernfusion, steht aktuell in Greifswald. Es ist eine gigan-

tische Maschine aus Kabeln, Sensoren, Rohren und Stahl, so groß wie ein Einfamilienhaus und 1000 Tonnen schwer. 20 Jahre wurde daran getüftelt, seit 2015 läuft der Forschungsbetrieb.

„Jetzt gehen wir an die ursprünglichste Energiequelle ran, wir Menschen auf diesem winzigen Planeten“, sagt Thomas Klinger, leitender Forscher am verantwortlichen Max-Planck-Institut für Plasmaphysik. Er fiebert einem heißen Herbst entgegen. Der Stellarator Wendelstein 7-X wird in diesen Wochen hochgefahren. Ab September dann wollen 350 Ingenieure, Techniker und Wissenschaftler 14 Wochen lang versuchen, das Sonnenfeuer noch besser zu kontrollieren. „Das wird superhart“, sagt er.

Im vergangenen Jahr stellte Wendelstein 7-X sieben Mal neue Rekorde auf, konnte 20 Millionen Grad für acht Minuten lang halten. Die Heizleistung ist noch gering, die Energiebilanz äußert negativ. Das Ziel ist, Temperaturen bis zu 100 Millionen Grad rund 30 Minuten lang zu beherrschen – dann wäre der Vorgang im Gleichgewicht. „Wir tasten uns heran“, sagt Klinger, „und sind nicht mehr so weit entfernt. Man beginnt es schon zu riechen“, sagt er zufrieden. „Eigentlich müsste es klappen.“

20 Jahre, 20 Milliarden Euro – das wäre auch laut Klinger nötig, bis ein großer Kernfusionsreaktor einsatzbereit ist und Energie ins Netz einspeist. Für ihn ist das Ziel, die Kernfusion zu kontrollieren, also durchaus in Sichtweite. „Otto Lilienthal hat man auch erzählt, der Mensch könne nicht fliegen. Schauen Sie in den Himmel!“ Da fliegen heute täglich Tausende Flugzeuge. Doch auch von Lilienthal bis zum Boom der Luftfahrt vergingen einige Jahrzehnte. So lange mag es nicht mehr dauern, bis wirtschaftliche Reaktoren betrieben werden. Gebrauchte werden sie auf jeden Fall.

20 Milliarden Euro dürfte es kosten, einen großen Fusionsreaktor zu bauen und in Betrieb zu nehmen