

Die ersten beiden Satelliten des Navigationssystems kreisen seit dem 21. Oktober 2011 auf ihrer Umlaufbahn. Inzwischen haben auch die beiden Satelliten David und Sif – benannt nach zwei Kindern aus Tschechien und Dänemark – ihr Ziel erreicht. Das DLR-Team in Oberpfaffenhofen hat am 19. Oktober die Kontrolle über die Satelliten übernommen, sie korrekt positioniert und die Navigationsgeräte in Betrieb genommen. Dazu wurden

die Atomuhren an Bord von David und Sif eingeschaltet, die nach einer Million Jahre nur um eine Sekunde falsch gehen würden. Ein Kontrollzentrum im italienischen Fucino ist zuständig für die Synchronisierung der Atomuhren und die Navigationsdaten. Eine Antennenstation im belgischen Redu unterstützt die deutschen Kollegen während der kommenden mehrmonatigen Testphase. Im Frühjahr 2013 sollen die vier Satelliten, die

auf zwei unterschiedlichen Bahnen unterwegs sind, erstmals eine hochpräzise dreidimensionale Positionierung erlauben. Nach den zwei erfolgreichen Starts an Bord einer Sojus-Rakete bereitet der Satellitenhersteller Astrium nun eine Ariane-Trägerrakete für den gleichzeitigen Start von vier Satelliten vor. Doch selbst dann wären immer noch sieben Starts abzuwarten, bis Galileo hoffentlich in einigen weiteren Jahren komplett ist. (DLR / MP)

USA

Kritische Urananreicherung

Die US Nuclear Regulatory Commission (NRC) hat General Electric und Hitachi eine Lizenz zum Bau einer kommerziellen Urananreicherungsanlage in den USA erteilt, in der das umstrittene SILEX-Verfahren (Separation of Isotopes by Laser Excitation) zum Einsatz kommt.^{*)} Dabei regt ein IR-Laser in gasförmigem Uranhexafluorid nur solche Moleküle an, die das seltene, spaltbare Uran-235 enthalten. Dadurch lassen sich diese Moleküle von den übrigen trennen und anreichern. Technische Details sind zwar geheim, doch man vermutet, dass SILEX wesentlich effizienter ist als die bisher benutzten Zentrifugen- oder Diffusionsverfahren. Da eine SILEX-Anlage möglicherweise viel kleiner ist als übliche Anlagen, ließe sie sich vor der Rüstungskontrolle etwa durch Satellitenüberwachung leichter verbergen.

Es steht zu befürchten, dass andere Länder dem Beispiel der USA folgen werden. Dies würde die Gefahr der Weiterverbreitung von kernwaffenfähigem Material erheblich erhöhen. Doch bei der Entscheidung über die Lizenzvergabe hatte die NRC nur technische Gesichtspunkte berücksichtigt. Dass die NRC auch Fragen der Nichtweiterverbreitung in Betracht ziehen müsse, hatte die American Physical Society (APS) 2010 in einer Eingabe vorgeschlagen. Darin regte die APS an, dass die NRC mit anderen staatlichen Stellen wie der National

Nuclear Security Administration zusammenarbeiten sollte. Die NRC wird frühestens im November über die Eingabe entscheiden – zu spät für die SILEX-Lizenzierung.

Neue Zielrichtung für Fermilab

Neutrinos und Myonen sind die Zukunft des Fermilab. Die beiden Neutrinodetektoren NOvA und MicroBooNE sollen ab 2015 die Umwandlung der verschiedenen Neutrinoarten auf langen (rund 800 km) bzw. kurzen Distanzen messen. Die Neutrinos entstehen am Fermilab durch Beschuss eines Kohlenstofftargets mit einem Protonenstrahl. Neben Neutrinos entstehen dabei auch Myonen, die für zwei Experimente interessant sind: Ab 2016 soll das 40 Millionen Dollar teure Experiment „Muon g-2“ mit großer Genauigkeit das magnetische Moment des Myons messen, das bei früheren Messungen Abweichungen vom Standardmodell gezeigt hatte. Das 200 Millionen Dollar teure Experiment „Mu2e“ wird ab 2019 untersuchen, ob sich Myonen spontan in Elektronen umwandeln können. Das würde zwar dem Standardmodell widersprechen, scheint aufgrund der beobachteten Umwandlungen der Neutrinos aber möglich.

Beide Experimente haben die ersten Hürden auf dem Weg zur Bewilligung genommen. Noch immer unsicher ist die Zukunft des Long-Baseline Neutrino Ex-

periments (LBNE), mit dem die Umwandlung der Neutrinos möglichst genau gemessen werden soll.^{*)} Das Department of Energy (DOE) hatte das Fermilab gebeten, das auf 1,5 Milliarden Dollar veranschlagte Projekt zu stützen. Der überarbeitete Vorschlag sieht eine erste Ausbaustufe für 789 Millionen vor und eine zweite für 135 Millionen. Angesichts der knapp 800 Millionen Dollar, die dem DOE jährlich für die Teilchenphysik zur Verfügung stehen, muss das LBNE aber wohl so lange warten, bis die anderen Projekte finanziert sind.

Noble Kritik am Unterricht

Woran liegt es, dass das Interesse der US-Studenten an STEM-Fächern (Science, Technology, Engineering, Mathematics) und ihr Können in diesem Bereich in den letzten zwei Jahrzehnten nahezu unverändert geblieben sind – trotz staatlicher und universitärer Initiativen? Dieser Frage ging Physik-Nobelpreisträger Carl Wieman, der sich einen Namen als unorthodoxer Fachdidaktiker gemacht hat, auf einer Anhörung im US-Senat nach. Dass sich die Lage nicht verändert hat, führt er auf die Ausbildung der Lehrer und den Unterricht zurück. Nur eifriges Training führe zu Lernerfolgen. Dazu müsse man die Studenten vor entsprechende Herausforderungen stellen und sie häufig und gezielt anleiten. Der Erfolg dieser Vorgehensweise sei

^{*)} vgl. auch Ausgabe 11 von „Physik konkret“ der DPG zum SILEX-Verfahren, www.physik-konkret.de

^{#)} Physik Journal, Mai 2012, S. 12

erwiesen, doch die Realität in den Klassenräumen sehe anders aus. Wieman meinte, dass in den Hochschulen mächtige und eigennützige Interessengruppen davon abhalten, neue Wege zu gehen. Für die meisten Universitäten sei die Forschung wichtiger als die Ausbildung der Studenten. Kritisch äußerte sich Wieman zu den staatlichen Stipendien, welche Studenten dazu motivieren sollen, STEM-Lehrer zu werden. Dies würde das bestehende ineffiziente Vorgehen verstärken. Die staatlichen Mittel zur Verbesserung des STEM-Unterrichts ließen sich sinnvoller verwenden.

Solare Weltraumpläne

Die Solar- und Weltraumphysik umfasst viele Aspekte, die von der Erforschung des uns nächsten Sterns bis zur Vorhersage reichen, wie sich das Weltraumwetter auf die Telekommunikation auswirkt. Nun hat die National Academy of Sciences den Zehnjahresbericht „Solar and Space Physics: A Science for a Technological Society“ veröffentlicht, der den aktuellen Forschungsstand umreißt und Prioritäten für das kommende Jahrzehnt setzt.⁵⁾ Demnach gilt es, die Ursachen für die Sonnenaktivität und die Wechselwirkung der Sonne mit dem Sonnensystem und dem interstellaren Medium zu bestimmen. Außerdem sei die Dynamik und die Kopplung der irdischen Magnetosphäre, Ionosphäre und Atmosphäre aufzuklären und ihre Reaktion auf solare und terrestrische Einflüsse zu ermitteln.

Der Bericht empfiehlt, die Aktivitäten von NASA, NSF und anderen Organisationen zu bündeln. Die NASA sollte ihr „Heliophysics Explorer Program“ erweitern und die Mittel dafür um 70 Millionen Dollar pro Jahr aufstocken, um alle zwei bis drei Jahre eine kleine oder mittelgroße Explorer-Mission starten zu können. Im Rahmen des solar-terrestrischen Forschungsprogramms der NASA sollten mittelgroße Missionen bis 520 Millionen stattfinden. Höchste Priorität haben: der Interface Region Imaging

Spectrograph (IRIS), der ab 2013 die Dynamik der Chromosphäre untersuchen wird; die für 2014 geplante Magnetospheric Multiscale Mission wird die magnetische Rekonnexion mit bisher unerreichter Auflösung erforschen; der mit der ESA für 2017 geplante Solar Orbiter, der den Zusammenhang zwischen Sonnenoberfläche, Korona und Heliosphäre untersuchen soll; sowie die Solar Probe Plus, die nach ihrem Start 2018 als erste Sonde in die Sonnenkorona hineinfliegen wird, um deren Aufheizung und die Entstehung des Sonnenwindes zu erforschen. Zudem empfiehlt die Studie im Rahmen des National Space Weather Program sicherzustellen, dass die kontinuierliche Beobachtung der Sonne und des Sonnenwindes gewährleistet bleibt, wenn gegenwärtige Satelliten ihren Dienst einstellen.

Fehlzündung statt Fusion?

Die National Ignition Facility (NIF), eine 3,5 Milliarden Dollar teure Inertialfusionsanlage am Lawrence Livermore National Laboratory, hat das Ziel, bis zum 30. September eine Zündung mit positiver Energiebilanz zu schaffen, nicht erreicht. In einem deuterium- und tritiumhaltigen Plasma sollte eine selbstständig ablaufende Kernfusion in Gang kommen, die mehr Energie freisetzt als zur Herstellung des Fusionsplasmas nötig ist. Nachdem die von Verzögerungen und explodierenden Kosten geplagte Anlage diesen Meilenstein verfehlt hat, wird sie wohl auf den Prüfstand kommen. Dabei hatten die NIF-Verantwortlichen im Frühjahr geglaubt, auf Erfolgskurs zu sein. Im März hatten die 192 Laserstrahlen einen Lichtpuls mit einer Energie von 1,8 MJ auf ein Target gefeuert. Bei 2,2 MJ sollte den Berechnungen zufolge ein in das hohle Target eingeschlossenes Helium-Tritium-Pellet so stark erhitzt und komprimiert werden, dass es im Plasma zur Kernfusion mit positiver Energiebilanz kommt. Dazu muss das kugelförmige Plasma durch die von dort wegfliegenden Heliumkerne



Die National Ignition Facility hat ihr Ziel verfehlt, eine Fusion mit positiver Energiebilanz zu zünden.

hinreichend stark erhitzt werden. Die entsprechende Kennzahl für das „Alpha-Heating“ muss dazu größer als 1 sein. Doch die Anlage kam nicht über 0,1 hinaus.

Im Juli veröffentlichte das für NIF zuständige Department of Energy (DOE) eine Begutachtung der National Ignition Campaign. Demnach ist es unwahrscheinlich, das Ziel auf dem bisher eingeschlagenen Weg zu erreichen. Bisher hatte man auf offenbar unzuverlässige Computersimulationen vom Lawrence Livermore National Laboratory vertraut, denen zufolge es schon längst zur Zündung mit Energiegewinn hätte kommen müssen. Nun hat die zum DOE gehörige Nuclear Security Administration sechzig Tage Zeit, darüber zu berichten, welche Hindernisse auf dem Weg zu diesem Ziel liegen, wie sie zu überwinden sind und welche Auswirkungen das auf die Kernwaffenforschung hat. Neben der zivilen Fusionsforschung führt NIF auch Experimente für das Stockpile Stewardship durch, welches die Sicherheit und Funktionsfähigkeit der US-Kernwaffen ohne Kernwaffentests gewährleisten soll. Ohne erfolgreiche Zündung wäre die NIF für die Kernwaffenforschung aber uninteressant.

Rainer Scharf

5) www.nap.edu/catalog.php?record_id=13060

ERRATUM

Zu: „Ein Neubau in hundert Jahren“ von Alexander Pawlak, Oktober 2012, S. 8

In der Meldung hat sich bedauerlicherweise ein Fehler eingeschlichen: Der geschäftsführende Direktor des Heidelberger Physikalischen Institutes heißt André Schöning.