

heit und die Abschätzung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Energieversorgung. Für die Konkurrenzfähigkeit der US-Wirtschaft sind niedrige Energiekosten eine entscheidende Voraussetzung. Die F&E-Anstrengungen haben in den letzten Jahren zu sinkenden Preisen für heimisches Erdgas und Erdöl, Windturbinen, Photovoltaik und Beleuchtung beigetragen. Saubere Energiesysteme sollen schädliche Auswirkungen auf die Umwelt minimieren.

Den verschiedenen Komponenten des US-Energiesystems widmet

der Bericht jeweils ein Kapitel. Zentral für die Energieversorgung ist das Elektrizitätsnetz, durch das 2014 eine elektrische Energie von 3900 TWh abgegeben wurde. Bis 2040 erwartet man einen Anstieg um 25 Prozent. Die Modernisierung des Stromnetzes unter Einsatz von „intelligenter“ Technologie und Cybersicherheitsschutz wird in den kommenden 20 Jahren zwischen 338 und 476 Milliarden Dollar kosten. Für die Elektrizitätserzeugung ist ein Mix aus fossilen Energien, Kernenergie und erneuerbaren Energien geplant. Der Bericht

schätzt, dass die Windenergie bis 2050 bis zu 35 Prozent der benötigten Elektrizität liefern kann. Ein großes Einsparpotential für Energie gibt es bei den privat und wirtschaftlich genutzten Gebäuden in den USA, die 74 Prozent der Elektroenergie und 40 Prozent der Primärenergie verbrauchen. Durch effizientere Heizung, Klimatisierung und Beleuchtung ließen sich 20 Prozent des Energieverbrauchs einsparen.

Rainer Scharf

■ Indiens Weitblick im All

Das erfolgreich gestartete indische Weltraumobservatorium Astrosat soll in einem besonders breiten Wellenlängenbereich beobachten.



Inspektion von Astrosat im Reinraum vor dem Start

Das Weltraumobservatorium „Astrosat“ der indischen Raumfahrtorganisation ISRO ist am 28. September erfolgreich vom südostindischen Weltraumbahnhof Sriharikota gestartet.^{#)} Eine PSLV-Rakete (Polar Satellite Launch Vehicle) hat Astrosat sowie sechs weitere Satelliten aus den USA, Kanada und Indonesien in die Erdumlaufbahn gebracht. Die Entwicklungszeit von Astrosat betrug elf Jahre, ursprünglich sollte er bereits 2007 in Betrieb gehen. Die Gesamtkosten des 1,5 Tonnen schweren Satelliten geben indische Stellen mit 1,8 Milliarden Rupien an, was rund 30 Millionen Euro entspricht.

Mit dem Start von Astrosat bleibt die ISRO weiter auf wissenschaftlichem Erfolgskurs, denn auch der vor zwei Jahren gestartete Marsorbiter Mangalyaan arbeitet immer noch nach Plan.^{§)} Während Mangalyaan vor allem als „Technologie-Demonstrator“ gedacht war, ist Astrosat ein vollwertiges wissenschaftliches Instrument, das sogar schon als „Indisches Hubble“ bezeichnet wurde. Erste Erfahrungen machte ISRO 1996 mit dem Röntgenastronomie-Experiment (IXAE) an Bord eines indischen Satelliten.

Astrosat umkreist die Erde auf einem 650 km hohen polaren Orbit und deckt einen besonders großen Wellenlängenbereich vom Sichtbaren bis zur harten Röntgenstrahlung ab. Neben einem optischen 30-cm-Teleskop für sichtbare bis fernultraviolette Wellenlängen trägt der Satellit vier Röntgendetektoren an Bord: eine goldbeschichtete Optik für weiche Röntgenstrahlung, eine Mehrschicht-Vieldrahtkammer für räumlich und zeitlich hochaufgelöste Röntgenspektren, einen 16 000 Pixel-Halbleitendetektor für harte Röntgenstrahlung und einen Dreifach-Proportionalzähler für die kontinuierliche und zeitaufgelöste Überwachung des Röntgenhimmels. Ein weiteres Instrument dient zur Subtraktion des

Untergrunds aus dem Van-Allen-Strahlungsgürtel.

Mit dieser Instrumentierung lassen sich Quellen wie Röntgendoppelsterne, Supernovaüberreste, stellare Koronen oder aktive Galaxienkerne zeitlich – auf Skalen von Millisekunden bis Tagen – und spektral hochaufgelöst überwachen. Die Kombination von Röntgen- und UV/VIS-Detektoren im selben System ermöglicht es, die Quelle eines hochenergetischen Strahlungsausbruchs ohne zeitliche Verzögerung im optischen Bereich zu identifizieren und zu beobachten, ohne dass dazu erst Beobachtungszeit an einem anderen Teleskop „freigeschaufelt“ werden müsste. Astrosat ist weltweit das erste Weltraumobservatorium, das dazu in der Lage ist. Zusätzlich wird der Satellit ein Netzwerk von bodengebundenen Geräten in Indien und anderen Ländern alarmieren.

Als Kontrollzentrum für Astrosat fungiert der Mission Operations Complex der ISRO in Bangalore. Unter Federführung der ISRO sind sechs weitere indische Institute sowie die Canadian Space Agency (UV/VIS-Detektor) und die University of Leicester (CCD-Detektor für weiche Röntgenstrahlung) an dem Projekt beteiligt.

Matthias Delbrück

#) www.isro.gov.in/Spacecraft/astrosat

§) Physik Journal, Dezember 2013, S. 13