

■ Auch im Röntgenbereich

Zu: „Der Dreh mit dem Licht“ von **Monika Ritsch-Marte**, Januar 2015, Seite 31.

Der Artikel von Frau Ritsch-Marte befasst sich mit den faszinierenden Aspekten singularer Photonen im Sichtbaren. Die Präparation der Strahlung aus Laserlicht mittels Phasenmodulatoren ist eine etablierte Technik und hat inzwischen viele Anwendungen gefunden. Allerdings ist sie beschränkt auf lange Wellenlängen. Nun ist diese Art des Lichts auch im Röntgenbereich verfügbar, denn kürzlich wurden am Speicherring BESSY II 99 eV-Photonen mit Bahndrehimpuls in der Off-Axis-Strahlung eines helikalen Undulators beobachtet [1]. Der Wellenlängenbereich der Synchrotronstrahlung wird durch die Elektronenenergie und Undulatorparameter definiert und reicht weit bis in den harten Röntgenbereich. Der Nachweis bei 99 eV wurde durch die Randbedingungen am BESSY II vorgegeben und stellt keine physikalische Grenze dar.

An existierenden Beschleunigerquellen wird die komplizierte kornkornartige Wellenfront von OAM-Photonen gewöhnlich durch die Emittanz des Elektronenstrahls, dem Produkt aus Strahlgröße und Divergenz, zerrissen, und ein Nachweis ist sehr kompliziert. Transversal kohärente Quellen wie Freielektronen-Laser oder beugungsbegrenzte Speicherringe hingegen werden in den nächsten Jahren OAM-Photonen in einem breiten Spektralbereich mit hoher Güte erzeugen. Diese Photonen sind neben vielen anderen Anwendungen auch für spektroskopische Untersuchungen im Röntgenbereich von großem Interesse, da sie neben Wellenlänge und Polarisation den Bahndrehimpuls als weiteren Freiheitsgrad besitzen. Photonen als Sonde mit einem Bahndrehimpuls wählbarer Größe und Vorzeichen können helfen, probenspezifische Auswahlregeln zu definieren, um nur ganz bestimmte Quantenzustände selektiv zu vermessen oder anzuregen. Dieses Potenzial begründet das in den letzten Jahren

rapide wachsende Interesse für OAM-Photonen an kohärenten beschleunigerbasierten Lichtquellen.

Johannes Bahrdt

[1] J. Bardt et al., Phys. Rev. Lett. **111**, 034801 (2013)

■ Wärmespeicher in der Praxis

Zu: „Herausforderung Wärmespeicher“ von **André Thess et al.**, Februar 2015, S. 33

Wie begründen die Autoren des Artikels den Satz „Diese einfache thermodynamische Überlegung zeigt im Übrigen auch, dass die landläufige Aussage, derzufolge elektrische Energie ‚die Energieform mit dem höchsten Wert‘ sei, nicht korrekt ist.“?

Dass im theoretischen Idealfall der Leistungsfaktor der Carnotschen Wärmepumpe multipliziert mit dem Carnotschen Wirkungsgrad gleich 1 ist, ist allgemein bekannt. Aber die reale Welt ist nicht ideal. Von praktischem Interesse ist der im Experiment nachweisbare effektive Wirkungsgrad. Mechanische Energie lässt sich mit extrem hohem Wirkungsgrad von kinetischer in potentielle Energie umwandeln (Torsionspendel im Hochvakuum), und elektrische Energie (Strom im Supraleiter) bleibt gespeichert, solange gekühlt wird. Deshalb sind mechanische Energie und elektrischer Strom die Energieformen mit dem höchsten praktischen Wert!

Wie sieht es mit thermischen Energiespeichern in der realen Welt aus? „Noch existieren jedoch keine umfassenden experimentellen Validierungsdaten“, „Der Bau eines Demonstrators ist geplant“, und „wollen wir nun zwei komplexe Energiesysteme diskutieren“ sind zwar ehrliche Feststellungen, die aber die praktische Tauglichkeit von effektiven Wärmespeichersystemen nicht beweisen.

Wurde das EEG nicht schon vor rund 15 Jahren beschlossen? Wann sollen nun endlich Prototypen von Energiespeichern gebaut werden, von denen man Praxistauglichkeit erwarten darf, auch wenn sie noch

nicht optimale Wirkungsgrade aufweisen? Ist nicht die DLR eine gute Institution solche Prototypen zu entwickeln? Dann könnten doch der Darstellung der Autoren Taten folgen. Vielleicht kann dieser Leserbrief den Vorstand der DLR motivieren, seine Mitarbeiter so zu unterstützen, dass sie einen praxistauglichen Wärmespeicher auf den Weg bringen.

Otto Schult

Zum Thema Wärmespeicher für Kleinverbraucher und Haushalte in Verbindung mit Wärmepumpen, die heute bereits weit verbreitet sind und weiter zugebaut werden, fehlt mir im Artikel die begründete Expertenmeinung. Es gebe „keinen Nährboden für interessante Forschung“. Welche Ergebnisse erreichen moderne Anlagen? Bringen diese Ergebnisse heute und in den nächsten Jahren voll zufriedenstellende Wirkungen? Oder ist im Gegenteil der Stand unbefriedigend, und man weiß bereits, dass keine Verbesserung möglich ist?

Der im Artikel unternommene Vergleich von CSP mit anderen Erzeugungstechnologien hält sich an den üblichen Rahmen, der in vielen Punkten kritisiert werden kann, z. B.

■ Auch die Erzeugung mit Photovoltaik und Wind ist in der Leistung regelbar, jedoch nur nach unten. Bei CSP ist zusätzlich der Zeitpunkt der Erzeugung im Prinzip frei wählbar.

■ Somit sind CSP-Anlagen präqualifizierbar für die Erbringung von Systemdienstleistungen zu jeder Zeit, was dem Betreiber wichtige Ertragsquellen eröffnet.

■ Die Grenzkosten der Erzeugung von konventionellen KW liegt wohl unter den Kosten von CSP. Jedoch muss man im weitgehend regenerativ erzeugenden Stromsystem die Gesamtlaufzeit von Anlagen mit berücksichtigen. Die Gesamtlaufzeit von CSP ist potenziell sehr hoch, die von konventioneller Erzeugung möglicherweise kurz. Ein konventioneller Brenner an einer CSP-Anlage kann eine sehr günstige Kapazitätsreserve sein, obwohl dieser Brenner fast nie läuft, weil der restliche Strang, d. h. Turbine,

Dr. Johannes Bahrdt, Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie, Berlin

Prof. Dr. Otto Schult, Jülich

Generator, Trafo, einen hohen Nutzungsgrad hat. Kapazitätsreserven aus allein stehenden konventionellen Anlagen werden dagegen im gesamten Strang nur schwach genutzt und sind teuer. Insgesamt könnte man die relativen Gesamtkosten von CSP geringer und die Ertragschancen höher bewerten.

Dominik A. Dahl

Erwiderung von André Thess:

Für die zugespitzt dargestellte Einschätzung zum Forschungspotenzial kleiner Energiespeicher bitten wir um Verständnis. Es liegt uns fern, die Bedeutung anwendungsorientierter Forschung zu bezweifeln. Wir haben diesen Artikel jedoch für die grundlagenorientierte Leserschaft des Physik Journals geschrieben, nicht für die VDI-Nachrichten. Vom Standpunkt der physikalischen Grundlagenforschung sind kleine Wärmespeicher in der Tat weniger ergiebig als große. Ihre praktische Bedeutung steht freilich außer Frage.

Leider war es uns aufgrund der Längenbeschränkung nicht möglich, auf die zahlreichen Facetten der regelbaren erneuerbaren Energie jenseits von CSP einzugehen. Wir stimmen Herrn Dahl im Übrigen zu, dass die Ergänzung einer CSP-Anlage durch einen konventionellen Brenner eine sehr günstige Kapazitätsreserve sein kann.

■ Welche Lehren?

Zu: „Lehren aus Fukushima“ von Stefan Jorda, Februar 2015, S. 6

Dankenswerterweise lenkt der Hinweis auf die zitierten „charakteristischen zeitlichen Verläufe der Kontamination“ der Fukushima-Katastrophe des Lesers Aufmerksamkeit auf eine ganz wichtige Publikation. Diese ist inzwischen im Volltext erschienen [1]. Es bleibt indes völlig offen, welche „Lehren aus Fukushima“ aufgrund dieser Veröffentlichung gezogen werden sollen oder müssen – und vor allem: für wen! Die aufgrund der EU-weit gültigen Importvorschriften für die Einfuhr von japanischen Lebensmitteln [2] durchgeführten Kontrollergebnisse zeigen jedenfalls, dass alle nach Deutschland importierten Proben unterhalb der gültigen Grenzwerte liegen (siehe www.bvl.bund.de).

Brandneu und in diesem Zusammenhang sehr lesenswert ist der endgültige Bericht der japanischen Energiegesellschaft (AESJ) zum japanischen Reaktorunglück [3]. Darin wird bemerkenswerter Weise nach mehr als 400 Seiten intensiver Diskussion von Anlagendesign, Unfallursache und daraus folgenden Empfehlungen letztendlich nur gefolgert, dass die Sicherheit japanischer Kernkraftwerke erneut zu überprüfen und international zu vergleichen sei: „alle grundlegenden Ereignisse für mögliche Unfälle

müssen betrachtet werden“ (S. 489). Und dann das Fazit: Die AESJ bleibt „der Nutzung der Kernenergie verpflichtet“ (S. 493).

Im Gegensatz zu Japan zog der deutsche Bundestag bereits 2011 konsequente „Lehren aus Fukushima“ auf der Grundlage von Berichten der Reaktor-Sicherheitskommission und der Ethikkommission: Das „Dreizehnte Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes“ [4] beendete die Nutzung der Kernenergie zum frühestmöglichen Zeitpunkt in Deutschland.

Mathias Seifert

- [1] S. Merz, K. Shozugawa und G. Steinhäuser, *Environ. Sci. Technol.* **49**, 2875 (2015)
- [2] Durchführungsverordnung (EU) Nr. 322/2014 der Kommission vom 28. März 2014 zum Erlass von Sondervorschriften für die Einfuhr von Lebens- und Futtermitteln, deren Ursprung oder Herkunft Japan ist, nach dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima. *Amtsbl. EU* L95 vom 29. März 14, S. 1
- [3] AESJ (Hrsg.), *The Fukushima Daiichi Nuclear Accident. Final Report of the AESJ Investigation Committee*, Springer, Tokyo, Heidelberg (2015)
- [4] Dreizehntes Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 31. Juli 2011. *BGBl I* Nr. 43, 1704

Dr. Dominik A. Dahl
Bonn

Dr. Mathias Seifert,
Dortmund

Die Redaktion behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.