

1,3 Terawattstunden – jetzt soll auch das Cern Energie sparen

Veröffentlicht am 02.08.2022 | Lesedauer: 7 Minuten



Von **Norbert Lossau**
Chefkorrespondent Wissenschaft



Teilchenbeschleuniger KARA am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Quelle: KIT

Auch Forschungseinrichtungen benötigen Energie – bisweilen sogar sehr viel Energie. Am Karlsruher Institut für Technologie wollen Wissenschaftler nun ausloten, wie viel Strom sich beim Betrieb eines Teilchenbeschleunigers einsparen lässt.

Von steigenden Energiepreisen sind nicht nur Privathaushalte und die Industrie betroffen. Auch Universitäten und Forschungsinstitute müssen im Winter zumindest geheizt werden. Und experimentelle Forschungseinrichtungen haben bisweilen einen großen Strombedarf. So konsumiert beispielsweise das berühmte Genfer Forschungszentrum Cern (<https://home.cern/>) mit seinem weltgrößten Teilchenbeschleuniger jährlich rund 1,3 Terawattstunden an elektrischer Energie. Das entspricht einer durchschnittlichen Leistung von rund 150 Millionen Watt (MW). Der Spitzenverbrauch liegt sogar bei 200 MW.

Wissenschaftler am Karlsruher Institut für Technologie (<https://www.kit.edu/>) (KIT) beschäftigen sich mit der Frage, wie sich Teilchenbeschleuniger künftig effizienter und

energiesparender betreiben lassen. „Bisher sind Beschleuniger in aller Regel nur auf höchste Leistungsfähigkeit ausgerichtet, nicht aber auf Energieeffizienz“, sagt Professorin Anke-Susanne Müller, die das Institut für Beschleunigerphysik und Technologie (<https://www.ipe.kit.edu/2665.php>) des KIT leitet. Sie schätzt das Einsparpotential von Beschleunigern auf rund 30 Prozent. Um das auszuschöpfen, müsse an vielen Stellschrauben gedreht und optimiert werden.

Was im Detail getan werden kann, wollen die Karlsruher Forscher nicht allein durch Nachdenken am Schreibtisch herausfinden. Vielmehr sollen an der existierenden Beschleunigeranlage KARA (<https://www.ibpt.kit.edu/kara.php>) neue Konzepte zur Energieeffizienz in der Praxis getestet und optimiert werden. Dazu wurde im Juli 2022 eine neue Forschungseinrichtung namens KITTEN eingeweiht.

Energy Lab 2.0

Das Akronym KITTEN steht für „KIT Testfeld für Energieeffizienz und Netzstabilität“. KITTEN umfasst im Wesentlichen den Beschleuniger und das neue „Energy Lab 2.0“, zudem eine Photovoltaikanlage auf dem Dach der Beschleunigerhalle und der Zugang zu einer Kaltwasserschicht im Erdboden.

„Das ist ein weltweit einzigartiges Forschungsprojekt“, sagt Müller, „mit den hier gewonnenen Erkenntnissen werden sich künftig nicht nur Teilchenbeschleuniger effizienter und nachhaltiger betreiben lassen, es werden auch viele andere Bereiche der experimentellen Wissenschaft profitieren.“ Viele technische Komponenten, die zum Betrieb eines Beschleunigers benötigt werden, kommen auch bei anderen Forschungsprojekten zum Einsatz – zum Beispiel Kühl- und Vakuumtechnik, starke Magnete, Stromzuführungen oder elektrische Transformatoren.

Beschleuniger sind gleichsam eine Ansammlung verschiedenster Technologien, die jede für sich in Sachen Energieeffizienz optimiert werden können. „Man kann den Beschleuniger als Modell sehen“, sagt Müller, „was wir hier lernen lässt sich auf viele andere Anlagen übertragen. Das denken wir von vornherein mit. Auch Universitäten werden davon profitieren.“

Oberflächennahe Kaltwasserschicht

An Teilchenbeschleunigern wird ein großer Teil der Energie zum Betrieb der Kältetechnik benötigt, also für das Erzeugen von tiefen Temperaturen. Nicht nur viele Detektoren und Proben müssen auf extrem niedrige Celsiusgrade gebracht werden, auch supraleitende Magnete benötigen als Kältemittel flüssiges Helium.

Wenn es gelingt die Kompressoren der Kältetechnik effizienter zu betreiben, könnten dadurch nicht unerhebliche Energiemengen eingespart werden. „Ich stelle mir sogar grundlegend andere Kältekreisläufe vor, bei denen auch natürliche Ressourcen einbezogen werden“, sagt Müller. Für das KITTEN-Projekt wurden Brunnenbohrungen mit einer Tiefe von je 38 Metern genehmigt und ausgeführt. „Dort befindet sich eine relativ oberflächennahe Kaltwasserschicht, die wir in unser Wärme-Kälte-Management einbeziehen können“, erklärt Müller.

Der radikalste Gedanke der Karlsruher Forscher zur Einsparung von Energie bei Beschleunigern ist jedoch die Abkehr vom kontinuierlichen Betrieb der Anlagen. „Bislang ist es so, dass nahezu alle Komponenten permanent angeschaltet bleibt, auch wenn manche Dinge nur zeitweise benötigt werden“, sagt Müller, „unser Ziel ist es, einzelne Prozesse auch mal vorübergehend abzuschalten und auf diese Weise Energie zu sparen. Man kann das mit einer wirklich guten Stand-by-Funktion von Elektrogeräten im Haushalt vergleichen.“

„Wir können das riskieren“

Dieser Spargedanke dürfte bei einigen Beschleuniger-Physikern Entsetzen auslösen. Schließlich handelt es sich hier um hochkomplexe und sensible Anlagen, deren Betriebsparameter möglichst stabil bleiben müssen, um eine hohe Qualität der Messdaten zu garantieren. Nach dem Aus- und Wiedereinschalten von Komponenten dauert es längere Zeit, bis wieder die ursprüngliche Stabilität erreicht ist.

„Doch wir können das riskieren“, ist Müller überzeugt. Sie setzt dabei auf den Einsatz von künstlicher Intelligenz. „KI macht ein sehr schnelles Regeln der Systeme möglich, so dass sie schon nach kurzer Zeit wieder einsatzbereit sind. Intelligent schwankender statt

konstant maximaler Energieverbrauch ist der Schlüssel für effiziente Beschleunigeranlagen.“

Es geht also beim KITTEN-Projekt nicht nur um die Verbesserung von Hardware, sondern ganz zentral auch um die Entwicklung von intelligenter Software zur KI-gestützten Echtzeitoptimierung der Anlage.

Eine spannende Frage ist gleichwohl, ob bei einem Betrieb mit schwankendem Stromverbrauch nicht doch die Messgenauigkeit der Forschungsanlage und damit die Wissenschaft in Mitleidenschaft gezogen werden könnte. Wie groß diese Effekte in der Praxis tatsächlich sind, wollen die KITTEN-Forscher ermitteln.

Abstriche bei der Messgenauigkeit

Doch schon jetzt steht für Müller fest, dass es ab einem gewissen Punkt des Energiesparens zu Abstrichen bei der Messgenauigkeit kommen dürfte. An dieser Stelle könnte sich für Wissenschaftler eine ganz neue, ziemlich ungewohnte Frage ergeben: Rechtfertigt eine bessere Messgenauigkeit die damit verbundenen höheren Energiekosten?

Wenn es um das Gewinnen neuer Erkenntnisse am Horizont des gesicherten Wissens geht, kann es keine Kompromisse geben. Dort ist es offensichtlich nicht zielführend, mit angezogener Handbremse zu fahren und wissenschaftliche Erkenntnisse zu verhindern, die mit einer Anlage eigentlich erzielt werden könnten. Wissenschaftlicher Fortschritt hat seinen Preis – auch einen Preis für Energie.

Beim Cern wird man gewiss keine Einbußen bei der Leistungsfähigkeit hinnehmen. Das bedeutet aber nicht, dass man dort kein Interesse an der Verbesserung von Energieeffizienz hätte. Solange diese nicht zu Lasten der experimentellen Möglichkeiten geht, ist sie willkommen. Und so gibt es zwischen den Forschern des KIT und des Cern durchaus Kooperationen in Sachen Energiesparen. Beim Bau künftiger, noch größerer Beschleuniger könnten die in Karlsruhe gewonnenen Erkenntnisse berücksichtigt werden.

Forscher sind auch Energieverbraucher

Bei manchen Experimenten geht es aber gar nicht um fundamentale neue Erkenntnisse, sondern eher um Service-Messungen. So wird bei manchen Beschleunigern die von den im Kreis flitzenden Teilchen erzeugte Synchrotron-Röntgenstrahlung genutzt, um beispielsweise materialwissenschaftliche Untersuchungen zu machen.

An dieser Stelle könnte man durchaus verhandeln, ob ein etwas größerer Fehlerbalken mit den damit möglichen Kosteneinsparungen akzeptiert werden könnte. „Das wird zu einem Perspektivwechsel führen“, sagt Müller, „plötzlich ist man nicht nur Wissenschaftler, sondern auch Energieverbraucher. Dieser Aspekt wird in jedem Fall an Bedeutung gewinnen.“

Ein weiterer Aspekt der KITTEN-Forschung ist die Verbesserung der Resilienz von Forschungsanlagen. Damit ist gemeint, dass die empfindlichen Systeme nach einem ungeplanten Stromausfall möglichst keinen oder nur geringen Schaden nehmen. Die Forscher stellen sich also auch auf die Möglichkeit eines Blackouts, also eines kompletten Stromausfalls ein. Dann kann eine größere Autarkie bei der Stromversorgung hilfreich sein. Die Solarzellen auf dem Dach der Karlsruher Beschleunigeranlage können immerhin eine Leistung von bis zu 240 Kilowatt bereitstellen.

Beschleuniger brauchen ein stabiles Netz

Auch wenn man nicht vom schlimmsten Fall eines großflächigen Zusammenbruchs der Stromversorgung ausgeht, so rechnen Experten doch damit, dass die Stabilität der Netzfrequenz in den kommenden Jahren schlechter werden dürfte und es häufiger zu stärkeren Schwankungen der Frequenz kommt. „Beschleuniger leben aber von einem stabilen Netz“, sagt Müller, „Schwankungen der Spannung und der Frequenz können sich nachteilig auf die Messungen und Forschungsergebnisse auswirken.“ Zur Stabilisierung der Stromversorgung könne unter Umständen auch die im Magnetsystems steckende Energie genutzt werden.

Die Frage, wie schnell sich eine Forschungsanlage nach einem Stromausfall wieder in den Normalbetrieb bringen lässt, ist auch in anderer Hinsicht von Interesse. Denkbar ist schließlich, dass man einzelne Forschungseinrichtungen geplant für einen gewissen Zeitraum abschalten möchte – um Energiekosten zu sparen oder in einer Krisensituation das Gesamtenergiesystem vor Überlastung zu schützen.

Hierzu wurden beim Beschleuniger KARA bereits Erfahrungen gemacht. Denn KARA wird nur von Montag bis Freitag genutzt und über das Wochenende in einen „Schlafzustand“ versetzt, wie Müller es nennt. KARA ganz abzuschalten ist bislang nicht praktikabel, weil für den Neustart zu viel Zeit benötigt würde.

Betrieb mit 30 Prozent weniger Strom ist das Ziel

„KARA verbraucht am Wochenende immerhin 30 Prozent weniger Strom als unter der Woche“, stellt Müller fest, „unser Forschungsziel ist also, dass die gesamte Anlage auch im Normalbetrieb nur noch so viel Energie benötigt, wie derzeit am Wochenende.“

Vorstellbar sind bei Beschleunigern unterschiedlich tiefe Schlafzustände. Die KITTEN-Wissenschaftler erhoffen sich von ihrer Forschung neue Erkenntnisse darüber, wie tief der Energieverbrauch im „Stand-by“ abgesenkt werden kann, ohne eine anschließende Wiederinbetriebnahme in einer akzeptablen Zeitspanne unmöglich zu machen. „Da werden wir noch viel lernen können“, sagt Müller.

Rückendeckung erhält Müller vom Präsidenten des KIT, Professor Holger Hanselka, der die Bedeutung von Beschleunigern als Schlüsselinstrumente der Forschung hervorhebt: „Ganz gleich, ob es um die zukünftige Energieversorgung, den Klimaschutz oder die Mobilitätswende, Materialwissenschaften oder die Medizin geht: Forschung braucht hochleistungsfähige Infrastrukturen, um diese Herausforderungen bewältigen zu können. Zugleich stehen wir vor der Aufgabe und übernehmen Verantwortung dafür, den Betrieb dieser Anlagen so energieeffizient wie möglich zu gestalten. Mit KITTEN können wir die Beschleunigertechnologien – die für viele Disziplinen grundlegend sind – im Hinblick auf Leistung und Nachhaltigkeit weiterentwickeln“.

Die WELT als ePaper: Die vollständige Ausgabe steht Ihnen bereits am Vorabend zur Verfügung – so sind Sie immer hochaktuell informiert. Weitere Informationen: <http://epaper.welt.de>

Der Kurz-Link dieses Artikels lautet: <https://www.welt.de/240248933>