

Problem“, das auf der Website des Einstein-Archives der Hebräischen Universität Jerusalem frei verfügbar ist, blieb lange unbeachtet, weil es als Entwurf zur 1931 veröffentlichten Arbeit „Zum kosmologischen Problem der Allgemeinen Relativitätstheorie“ angesehen wurde. Nussbaumer und O’Raifeartaigh lasen das Manuskript jedoch gründlicher und stießen auf überraschende neue Aspekte.⁺⁾

Einstein diskutiert darin zunächst seinen gescheiterten Versuch, im Rahmen der Allgemeinen Relativitätstheorie eine statische Lösung für das Universum zu finden, indem er eine „kosmologische Konstante“ λ einführte. Das widersprach Hubbles Beobachtung einer mit der Entfernung wachsenden Rotverschiebung der Galaxien. Die dynamischen Modelle von Willem De Sitter und Richard Tolman hielt

Einstein jedoch für unannehmbar, da sie „auf einen zeitlichen Anfang führten, der ungefähr 10^{10} – 10^{11} Jahre zurückliegt“.

Einstein setzte an, ein Modell für ein expandierendes Universum mit konstanter Dichte zu formulieren. Dafür nahm er an, dass „immer neue Massenteilchen in dem Volumen aus dem Raume entstehen“. Ähnliches hatte James Jeans 1928 postuliert. Doch wie Nussbaumer und O’Raifeartaigh zeigen, offenbart Einsteins Manuskript einen Rechenfehler in einer der beiden zugrunde liegenden Gleichungen. Korrigiert ergibt sich nämlich ein leeres Universum und nicht ein expandierendes mit konstanter endlicher Dichte im Sinne von Hoyles späterer Steady-State-Theorie.

Ein genaues Datum ist auf Einsteins Manuskript nicht vermerkt.

Aufgrund der Tatsache, dass er auf amerikanischem Papier schrieb, und wegen passender Stellen in Einsteins Tagebuch datiert Harry Nussbaumer das Manuskript auf Januar 1931. Zu dieser Zeit war Einstein in Pasadena, wo er intensiv mit Richard Tolman über Kosmologie diskutierte, was in seine Überlegungen eingeflossen sein könnte.

Klar scheint in jedem Fall: Einstein hat die Steady-State-Theorie von Hoyle vorweggenommen, sein Flirt mit dieser Art von kosmologischem Modell war nur kurz und blieb folgenlos. Dafür feierte seine von ihm selbst verworfene „kosmologische Konstante“ eine Wiedergeburt als Erklärung für die beschleunigte Expansion des Universums. Wie beides zeigt, konnte auch Einstein sich irren, wenn auch auf geniale Weise.

Alexander Pawlak

+) H. Nussbaumer, arXiv:1402.4099v2 (2014) [erscheint im Gedenkbuchband „In memoriam Hilmar W. Duerbeck“, Acta Historica Astronomiae]; C. O’Raifeartaigh et al., arXiv:1402.0132v2 (2014) [eingereicht bei Eur Phys J (H)]

EUROPA

Energie für die Grande Nation

Die französische Energieforschungsagentur ANCRE¹⁾ hat Szenarien für eine drastische Reduktion der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2050 veröffentlicht. Diese Szenarien sollen als langfristige Entscheidungshilfen und bei der Formulierung aktueller Forschungsprogramme helfen.

Die Szenarien sehen bis 2050 einen Rückgang des Endenergieverbrauchs um 27 bis 41 Prozent vor, bei dann etwa doppelt so hohen Energiepreisen. Die Treibhausgas-Emissionen sollen um 65 bis 75 Prozent reduziert werden, die Energie-Importquote von heute 50 auf rund 30 Prozent sinken. Die Unterschiede zwischen den Szenarien liegen in den verschiedenen Pfaden zur Erreichung dieser Ziele. Das erste Szenario „Sobriété renforcée“ (SOB, „verstärkte Mäßigung“) stellt die Verbrauchssenkung in den Vordergrund sowie stark verbesserte Wirkungsgrade, Wärmedämmung und einen hohen Anteil erneuerbarer Energien. Der zweite Pfad, „Décarbonisation par l’électricité“

(ELE, „Dekarbonisierung durch Strom“), legt den Schwerpunkt auf Elektromobilität und kohlenstofffreie Stromproduktion. Der dritte Pfad setzt auf „Vecteurs diversifiés“ (DIV, „diversifizierte Energieträger“). Hier liegt der Schwerpunkt auf der Energiegewinnung aus Biomasse und Abfällen von Kernkraftwerken sowie auf Kraft-Wärme-Kopplung; letztere etwa durch den Anschluss von Kernkraftwerken an Fernwärmenetze für Gebäudeheizung und die Bereitstellung industrieller Prozesswärme. Der Anteil der Kernenergie soll (in allen drei Szenarien) bis 2025 auf „nur noch“ 50 Prozent sinken.

Außer den genannten Technologien werden die folgenden Ansätze als wesentlich für das Gelingen betrachtet: Abscheidung, Speicherung und Wiederverwertung von CO₂ (bis 40 Mio. t), intelligente Netze und Elektrizitätsspeicher hoher Kapazität (ca. 40 TWh).

Insgesamt schätzt man die benötigten Investitionen auf bis zu eine Billion Euro ein. Diesen Aufwendungen stehen – neben der klimapolitischen Notwendigkeit – eine

bessere Handelsbilanz wegen der reduzierten Energieimporte sowie positive Arbeitsmarkteffekte durch die Förderung einheimischer Technologien entgegen.

Die Forschungsanstrengungen für die energietechnische Zukunft Frankreichs haben bereits begonnen. Die mit der DFG vergleichbare nationale Forschungsagentur ANR (Agence nationale de la recherche) fördert seit 2011 mit rund einer Milliarde Euro spezialisierte Exzellenzinstitute der Energieforschung.²⁾ Nach zunächst neun Einrichtungen wurden Ende 2013 zwei weitere „Instituts pour la transition énergétique“ (ITE) in das Programm aufgenommen, die sich mit der einheimischen Solartechnik bzw. Verwendung von Biomasse und der Kunststoffherstellung aus biologischen Rohstoffen beschäftigen.

Neues EU-Patent auf Zielgerade

Eine bis in die 1970er-Jahre zurückreichende Initiative der Europäischen Union befindet sich seit Jahresbeginn auf der Zielgeraden:

1) www.allianceenergie.fr/en/index.asp; die ANCRE (Alliance nationale de coordination de la recherche pour l’énergie) wurde von CNRS, CEA und IFP Energies nouvelles gegründet.

2) bit.ly/1ejOqlc

3) www.epo.org/law-practice/unitary/unitary-patent.html

das „Europäische Patent mit einheitlicher Wirkung“ (EPEW) bzw. „European Unitary Patent“ (EUP). Vom 1973 abgeschlossenen Europäischen Patentübereinkommen mit seinen „Europäischen Patenten“ unterscheidet sich das EUP im Wesentlichen in zwei Punkten:

- Während ein Europäisches Patent zwar zentral beim Europäischen Patentamt (EPA) in München beantragt wird,³⁾ aber immer nur für eine anzugebende Zahl von Ländern gilt, erstreckt sich ein EUP automatisch auf alle teilnehmenden EU-Länder.

- Für Streitfälle soll ein europäisches Patentgericht den Rechtsweg EU-weit vereinheitlichen.

Das europäische Gesetzgebungsverfahren wurde für das EUP bereits Ende 2012 abgeschlossen. Hätte eine ausreichende Zahl von Mitgliedsstaaten bis Ende 2013 die Regelungen ratifiziert, so wären bereits seit Anfang 2014 die neuen EU-Patente Realität. Da aber bisher

alleine Österreich die Ratifizierung beendet hat, wird sich der Prozess vermutlich noch bis Anfang 2015 hinziehen.

Ein Problem bei den Verhandlungen war die Sprachenfrage: Die drei offiziellen Sprachen des EPA, Englisch, Französisch und Deutsch, sollten auch die Sprachen des EUP werden. Dies wollten Spanien und Italien nicht hinnehmen. Während Spanien nach wie vor boykottiert, hat Italien das Europäische Patentgericht mittlerweile akzeptiert und wird möglicherweise dieses Jahr auch den restlichen Verträgen beitreten. Aus Kostengründen hat dagegen Polen seine Teilnahme zwischenzeitlich ausgesetzt. Kroatien wiederum ist erst letzten Sommer der EU beigetreten und Malta erst 2007 dem Europäischen Patentübereinkommen. Für beide Länder müssen noch geeignete Übergangsregelungen gefunden werden. Staaten wie die Schweiz

oder Norwegen, die seit Langem am Europäischen Patentübereinkommen teilnehmen, haben als Nicht-EU-Staaten keine Möglichkeit, das EUP zu übernehmen.

Das EPA in München bleibt weiterhin Adressat von Patentanträgen. Antragstellern wird es allerdings nicht mehr möglich sein, wie bisher ein EUP nur für einige wenige Länder zu entsprechend niedrigeren Kosten einzureichen. Andererseits versprechen das vereinheitlichte Verfahren und die angestrebten maschinellen Übersetzungen in alle EU-Amtssprachen auch eine Kostensenkung. Eine wesentliche Neuerung für ganz Europa betrifft den Rechtsweg: Das neue europäische Patentgericht wird auch für Rechtsfragen bezüglich bestehender europäischer Patente nach dem Europäischen Patentübereinkommen zuständig sein.

Matthias Delbrück

USA

Sonnige Fortschritte

Im Ivanpah-Trockensee in der kalifornischen Mojavewüste wurde das weltgrößte Sonnenwärmekraftwerk mit einer Leistung von 392 MW eingeweiht. Mehr als 300 000 computergesteuerte Spiegel, groß wie Garagentore und verteilt auf einer Fläche von 14 Quadratkilometern, lenken und bündeln das Sonnenlicht auf Dampferzeuger, die auf drei 140 Meter hohen Türmen installiert sind. Am Fuß der Türme befinden sich Turbinen, die mit Dampf angetrieben werden und Elektrizität erzeugen. Eine öffentlich-private Partnerschaft, an der u. a. Google beteiligt ist, errichtete das Kraftwerk für 2,2 Milliarden Dollar, das Department of Energy (DOE) gab eine Kreditbürgschaft in Höhe von 1,6 Milliarden Dollar. Ivanpah ist eines von fünf Projekten, die unterstützt vom DOE insgesamt 1,26 GW elektrische Leistung liefern sollen. Ein Grund für den forcierten Bau von Solarkraftwerken ist ein kalifornisches



Das Sonnenkraftwerk Ivanpah besteht aus beeindruckenden 300 000 Spiegeln, die auf einer Fläche von 14 Quadratkilometern verteilt sind.

Gesetz, das die Energieversorger verpflichtet, ab 2020 ein Drittel der Elektrizität aus erneuerbaren Energien zu erzeugen. 2013 wurden in den USA Solarkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 2,3 GW installiert. Dem DOE zufolge hat die US-Solarindustrie seit Beginn der staatlichen SunShot-Förderinitiative¹⁾ im

Jahr 2011 „mehr als 60 Prozent des Weges“ hin zur konkurrenzfähigen Erzeugung von Photovoltaik-Strom im Kraftwerksmaßstab zurückgelegt. Die Zielvorgabe von SunShot für 2020 liegt bei 0,06 Dollar/kWh. Tatsächlich sind die Kosten für Sonnenstrom innerhalb von drei Jahren von 0,21 auf 0,11 Dollar/kWh

1) Physik Journal, Dezember 2013, S. 14