



Abb. 1 Die thermochrome Darstellung der Jahreszeiten hat sich im Unterricht schon ab dem 4. Schuljahr als außerordentlich erfolgreich erwiesen. Sie ist der

älteren schulischen Erarbeitung, die den Einfallswinkel der Sonnenstrahlen am Beobachtungsort analysierte, durch ihre Einfachheit überlegen.

tionen in Smart Grids zu ermöglichen. Das Einsparpotenzial der kleinen Verbraucher ist ansonsten nicht groß genug, um jemals eine Amortisation durch zeitabhängige Preisdifferenzen zu ermöglichen. Derzeitige Smart-Meter-Tarife und Smart-Home-Lösungen sind zu teuer (und noch zu kompliziert) für eine reale Chance auf Verbreitung. Für Kleinverbraucher dürfte es genügen, übliche Haushalts-Elektrogeräte mit Potenzial zur Lastmodulierung WLAN-fähig zu machen und einen Weg zu standardisieren, beim Energieversorger eine grobe Nachfrageprognose via Internet abzurufen. Naives Beispiel: Ein derartig modifizierter Gefrierschrank kühlt dann z. B. nachmittags auf $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ herunter, um während des abendlichen Nachfragepeaks ohne Strombedarf unterhalb von $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ zu bleiben. Statt einer präzisen zeitlichen Verbrauchserfassung kann eine pauschale Subventionierung solcher Geräte durch die Energieversorger erfolgen, die wiederum ihren Strom dann günstiger erzeugen bzw. beziehen können, so dass diese selbst dadurch gewinnen. Helfen dabei würde die Abschaffung der Stromsteuer, da sie auch die Nutzung von Überschussstrom bestraft. Dabei ist die Steigerung des Marktwertes der Überschüsse die einzige Chance, das Gesamtvolumen der EEG-Umlage wieder sinken zu lassen. Die Gestaltung der Preise bzw. Abgaben auf Strom wäre auch ein Thema für eine ökonomische Analyse.

Carsten Balleier

■ Der Thermoglobus

Zu: „Temperaturen sehen“ von Michael Vogel, Oktober 2013, S. 54

Thermochrome Materialien sind auch die Grundlage für einen Modellglobus, mit dem sich die Entstehung der Jahreszeiten sehr übersichtlich und mit geradezu spielerischer Leichtigkeit in den Schulen lehren lässt. Um die globale Temperaturverteilung und deren jahreszeitlichen Wechsel darzustellen, wird der rotierende Globus von der Seite her mit einem Scheinwerfer (als Sonne) beleuchtet. Dabei bildet sich eine ringförmige rote Zone aus, die anzeigt, wo sich die Erde am stärksten erwärmt. Wenn der Thermoglobus so positioniert ist, dass er parallel zur Äquatorebene bestrahlt wird, bildet sich dieser rote Ring symmetrisch um den Äquator herum aus (**Abb. 1a**). Intuitiv wird dabei klar, dass die Wärmestrahlung dort am steilsten auf die Oberfläche des Thermoglobus trifft.

Um die jahreszeitlichen Veränderungen damit abzubilden, die in unseren Breiten stattfinden, bedarf es allerdings eines weiteren Schritts. Und in der Tat gelingt es den Schülern in der Regel, bei gemeinsamem Diskutieren und Probieren die Lösung zu finden: Die Erdachse muss schräg stehen, um zu einer Temperaturverteilung wie in **Abb. 1b** zu gelangen. Wie sich diese Verschiebung vollzieht – hier bei Einstrahlung von rechts –, sieht man, ohne dass komplizierte mathematische Überlegungen aufkommen.

Roland Szostak