

# Energiewende – Zeit zum Handeln!

Eine Ausstellung im Wiener Technischen Museum schlägt Alarm, blickt aber trotz der gefährlichen Entwicklung des Weltklimas zuversichtlich in die Zukunft.

Von Heiner Boberski

Die Fakten sind, wie sich auch dieses Jahr in vielen Weltregionen gezeigt hat, nicht zu übersehen: die ständige Zunahme der jährlichen Hitzetage, der gravierende Rückgang der Gletscher und polaren Eisschilde, die dramatisch steigenden Temperaturen in den Ozeanen, Hochwasser, Dürren und Waldbrände. Unter Fachleuten besteht kein Zweifel, dass die Klimakrise menschengemacht ist und eine Energiewende dringend nötig macht.

Die im Wiener Technischen Museum bis Ende 2024 laufende Ausstellung „Energiewende – Wettlauf mit der Zeit“ könnte kaum aktueller sein und geht dieser Thematik auf fünf Ebenen auf den Grund. Schon vor dem Gebäude wird auf einer langen Tafel Optimismus verbreitet: „Erneuerbare Zukunft? Schaffen wir! Klimaneutralität? Schaffen wir! Energiewende? Schaffen wir!“ Dass das nicht funktionieren wird, wenn die Menschheit so wie bisher weiter macht, geht aber dann im Inneren des Museums aus der großen Aufschrift am Beginn der Schau hervor: „Time to act“, Zeit zum Handeln!

Besucher erhalten zunächst einen Schnellkurs in Sachen Klimawandel und können dadurch verstehen, warum wir die Energiewende brauchen. Es sind ganz bestimmte klimatische Bedingungen, die das Leben auf der Erde ermöglichen, doch im Anthropozän – dem durch menschliches Handeln geprägten Zeitalter – ist die Atmosphäre aus dem Gleichgewicht geraten, vor allem die „biologische Pumpe“ der Land-Ozean-Wechselwirkung von früher, als Kohlendioxid durch abgestorbene Algen lange im Ozean gebunden blieb. Die „Keeling-Kurve“ zeigt den Anstieg der Konzentration von Kohlendioxid. Der amerikanische Klimaforscher Charles David Keeling hat ab 1958 entsprechende Beobachtungen initiiert. Daran erinnert eine originale Luftprobenflasche, die auf dem Vulkan Mauna Loa auf Hawaii zur Messung des atmosphärischen Kohlendioxid verwendet wurde.

## Die Kohlendioxid-Uhr tickt

Zur Vorsicht beim Umgang mit Energie mahnte bereits das Buch „Die Grenzen des Wachstums“, der 1972 veröffentlichte erste Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. Heute wissen wir längst, dass die Kohlendioxid-Uhr tickt, dass die Menge Kohlendioxid, die noch ausgestoßen werden darf, wenn die globale Erwärmung im Durchschnitt höchstens 1,5 Grad betragen soll, immer geringer wird. Der Weltklimarat erwartet, dass schon in den frühen 2030er Jahren die 1,5 Grad überschritten werden und dass dies gravierende Auswirkungen haben wird. Nur ein komplexes Zusammenspiel zahlreicher Ökosysteme und Klimabestandteile sichert die Stabilität unseres Planeten. Schon die Veränderung einzelner Elemente, könnte das Weltklima kippen lassen, einige Elemente des Klimasystems stehen bereits jetzt vor dem Kollaps.

Die informativen Schautafeln enthüllen: Je reicher ein Land, umso mehr Kohlendioxid. Die

größten Verursacher sind China, die USA und die EU. Beim Pro-Kopf-Ausstoß von Kohlendioxid liegt Saudiarabien an der Spitze, gefolgt von Australien, Kanada und den USA.

Binnen kurzer Zeit wurde die Erde gegenüber der vorindustriellen Zeit um 1,2 Grad aufgeheizt – mit dramatischen Folgen für Milliarden Menschen in vielen Regionen: Wetterextreme, Anstieg des Meeresspiegels, Eisschmelze, Artensterben, Hunger, Dürren, Migration, Konflikte, verheerende Brände und Überschwemmungen. Der enorme Energiehunger einer explosiv wachsenden Weltbevölkerung, die bisher vorwiegend auf fossile Energieträger zurückgriff, hat den menschengemachten Treibhauseffekt herbeigeführt. Leider sind viele der Prozesse, die der Klimawandel verursacht, für Jahrhunderte oder sogar Jahrtausende unumkehrbar. Selbst bei einer Stabilisierung des Temperaturanstiegs wird die Erwärmung der Ozeane und das Schmelzen der Gletscher und Eisschilde weitergehen, denn Kohlendioxid hat eine sehr lange Verweildauer in der Atmosphäre.

Die Ausstellung weist darauf hin, dass sich eine „finale Katastrophe“ anbahnt: „Wenn es der Weltgemeinschaft nicht in kürzester Zeit gelingt, den Ausstoß der Treibhausgase drastisch zu reduzieren, wird es keine Generation mehr geben, die eine Erde wie im vorindustriellen Zeitalter erlebt.“

Eine Karte verweist auf die voraussichtliche Zunahme der jährlichen Hitzetage (mit mindestens 30 Grad) in Österreich im Zeitraum 2036-2060: 60 bis 80 statt 16 bis 22, wie es sie im Zeitraum 1991-2020 gab. Der Sommer 2022 war der heißeste, den es in Europa seit Beginn der Aufzeichnungen gegeben hat. Bilder einstiger Gletscherlandschaften zeigen den dramatischen Rückgang des Eises.

Unter der Überschrift „Es geht auch anders“ geht es auf der zweiten Ebene um Fragen zur Zukunft der Energie: Warum brauchen wir immer mehr davon? Wie kann die Industrie effizient und sparsam produzieren? Womit lässt sich Strom klimaneutral erzeugen? Wie können wir unser eigenes Konsumverhalten optimieren?

Historischen Objekten zu den bisher dominierenden Energiequellen – Gas, Kohle, Öl – werden die wichtigsten erneuerbaren Energieträger gegenüber gestellt. Zu ihnen gehört die Windkraft, die an sich eine der ältesten Energiequellen ist, aber erst seit den 1970er Jahren

eine Renaissance erlebt. Ein einziges Windrad, das mittels Turbine und Generator Strom erzeugt, kann bis zu 4.000 Haushalte mit Strom versorgen. In Österreich werden bereits knapp zehn Prozent des verbrauchten Stroms durch Windkraft bereitgestellt, weltweit sind es noch unter fünf Prozent. Windparks stoßen allerdings oft schon bei der Planung auf Widerstand bei der Bevölkerung, auch bei Umweltschützern, weil Windräder Flugtiere gefährden.

Im Hinblick auf eine nachhaltige Energiezukunft gelten die Hoffnungen vor allem der Sonne, die seit über vier Milliarden Jahren Energie liefert. In einer Stunde trifft soviel Sonnenenergie auf die Erde, dass man damit – rein theoretisch, denn nur ein Bruchteil davon ist technisch nutzbar – den globalen Bedarf eines ganzen Jahres decken könnte. Zwei unterschiedliche Technologien werden derzeit zur Stromenergie aus Solarenergie eingesetzt. Die Photovoltaik wandelt Sonnenstrahlen direkt in Strom um, die Concentrated Solar Power liefert zunächst nur Wärme, aus der erst in weiterer Folge Strom erzeugt wird.

Die Ausstellung erklärt auch den europäischen Handel mit Strom-Zertifikaten – Anbieter aus Österreich verkaufen zum Beispiel fossile Nachweise und erwerben dafür Wasserkraft-Zertifikate aus Norwegen – und den Begriff „graue Energie“ für das, was auf die Herstellung, den Transport, die Lagerung, den Verkauf und die Entsorgung von Produkten anfällt. Das von vielen Menschen befürchtete „Blackout“ tritt durch eine Kettenreaktion ein, wenn die Leitungsstränge von Hochspannungsleitungen ausfallen, weitere Leitungen überlastet werden und sich die Störung fortpflanzt.

## Effizienz – aber richtig!

Energiesparen ist natürlich sinnvoll, aber energiesparende Technologien verleiten dazu, sie vermehrt einzusetzen – etwa in Form von Dutzenden LED-Lämpchen im Alltag oder durch häufigere Fahrten mit dem E-Auto. Der Einsatz effizienter Energien bedeutet derzeit leider selten eine Reduktion im Verbrauch, sondern eher eine Steigerung, was als Rebound-Effekt bezeichnet wird.

Ein hohen Anteil am Stromverbrauch – in Österreich 28 Prozent im Jahr 2021 – hat übrigens die Informationstechnik, was wahrscheinlich vielen nicht bewusst ist, die sich rund um die Uhr mit Medien und Kommunikation beschäftigen. Und wer bedenkt, dass bei der Produktion eines T-Shirts 11 kg Kohlendioxid emittiert werden? Die „Fast Fashion“ – billige, kurzlebige Mode – hat dazu geführt, dass bei der Produktion von Kleidern und Schuhen mehr Kohlendioxid-Emissionen entstehen als durch den Flug- und Schiffsverkehr.

In den Bereichen Verkehr und Heizen, die in Österreich für rund 40 Prozent der Treibhausgasemissionen verantwortlich sind, ist das Energiesystem noch vorwiegend auf fossile Energieträger ausgerichtet. Zu fossilen Heizsystemen gibt es eine Alternative, die lokal verfügbar, vom Wetter unabhängig und CO<sub>2</sub>-neu-



Der Eingangsbereich der Ausstellung mit der eindrucksvollen, beweglichen Fassade begrüßt die BesucherInnen mit der Aufforderung „Time to act!“.

© Technisches Museum Wien

tral ist: die Geothermie. In Österreich gibt es ein großes, noch ungenutztes Potenzial.

Auch die Nutzung von Abwärme schreitet voran. Die Wärme von 250.000 Menschen, die täglich den Stockholmer Bahnhof durchqueren, kann 20 Prozent des Heizbedarfs in einem benachbarten Bürogebäude decken. In Wien sorgt die Abwärme des Kühlsystems eines Rechenzentrums für bis zu 4.000 Tonnen CO<sub>2</sub>-Ersparnis in einem Krankenhaus.

Für die Expo 2020 in Dubai entwarfen Wiener Architekten ein Gebäude, das weitgehend auf Klimatechnik verzichtet und dennoch als kühle Oase mit 70 Prozent weniger Energieaufwand auskommt.

Auf der dritten Ebene wird empfohlen, über Energieversorgung grundlegend neu nachzudenken. Noch brauchen wir Energieträger wie Erdgas und Erdöl, aber in Zukunft soll zum Beispiel klimaneutral erzeugter „grüner Wasserstoff“ überall dort zum Einsatz kommen, wo hohe Temperaturen nötig sind. Im Idealfall wird er mittels Elektrolyse aus Wasser unter Einsatz von erneuerbarem Strom gewonnen. Europa wird sich aber nur mit der Hälfte des Bedarfs selbst versorgen können und den Rest importieren müssen.

Ein interessantes Kapitel der Ausstellung ist die Entwicklung des Automobilverkehrs. 1905 gab es in Österreich nur 5.000 Autos, 1959 waren es 404.042, und im Jahr 2021 waren – bei einer Bevölkerung von fast 9 Millionen Menschen – bereits 5.133.836 Personenkraftwagen registriert – mit entsprechend hohen Kohlendioxid-Emissionen. Ist die E-Mobilität die Lösung? E-Autos emittieren bis zu 79 Prozent weniger Kohlendioxid als Verbrenner. Doch die Belastung für das Stromnetz, die ethisch und ökologisch problematische Rohstoffgewinnung, die unzureichenden Recyclingoptionen und die geringe Leistungsfähigkeit der Batterien sind zu berücksichtigen. Eine Zukunftsvision bietet das Forschungsprojekt „ZEM“ von Studierenden der Technischen Universität Eindhoven. Das solargetriebene E-Auto, bestehend aus recycelbaren Kunststoffen, nimmt während der Fahrt über einen Filter sogar CO<sub>2</sub>

auf, um bei der Produktion entstandenes CO<sub>2</sub> auszugleichen.

Aber auch Mobilitätskonzepte ohne Auto sind gefragt. „Das beste Auto ist kein Auto“ steht auf einer Tafel. Welche städtische Infrastruktur ist erforderlich, damit man auf ein eigenes Auto verzichten kann? Welche Alternative gibt es im Güterverkehr, der noch stärker zunimmt als der übrige Verkehr, zum umweltbelastenden Einsatz von LKWs? Die Schiene wäre um den Faktor 20 klimaschonender, wurde aber zuletzt wieder weniger genutzt.

Es gibt internationale Vorbilder. Schon in den 1990er Jahren entwickelte man in Barcelona das Konzept der „Superblocks“ – die Verbannung des Verkehrs an die Ränder eines 400 x 400 Meter großen Häuserbereichs. Auch „Mobility as a service“ (MaaS), ein in der finnischen Hauptstadt Helsinki bereits weit ausgebaut System könnte in die Zukunft führen. Eine App ermöglicht die Abfrage und Ticketbuchung aller öffentlichen Verkehrsmittel oder Leihfahrzeuge, die einen auf der schnellsten Route zum gewünschten Ziel transportieren können – ganz ohne eigenes Auto.

Auf Ebene 4 verschafft eine Energiewende-Simulation – die Besucher haben „die Hebel der Macht“ in der Hand – einen Überblick über die Wirksamkeit einzelner Strategien für die Energiezukunft. Reicht es, nur an einigen Schrauben zu drehen? Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird die Menschheit weder am Ausbau der erneuerbaren Energieträger noch an einer Änderung des Konsumverhaltens und der Entwicklung innovativer Technologien vorbeikommen.

Die Energiewende wird mit großen Veränderungen, die sich auf unsere Lebensgewohnheiten auswirken werden, verbunden sein. Nicht jeder will ein Windrad vor der Tür oder gar im eigenen Garten haben. Schon jetzt erleben wir heftige Diskussionen, in der Politik, aber auch im eigenen Familien- und Freundeskreis, über die Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit bestimmter Maßnahmen. In einem Video ist ein solches Streitgespräch zwischen einem Klimaskeptiker und einer Befürworterin rascher drastischer Maßnahmen zu erleben.

„Gute Nachrichten aus der Zukunft“ sollen auf der fünften Ebene Mut machen. Wie die Welt in 30 Jahren aussehen könnte, wenn 2023 eine erfolgreiche Energiewende eingeleitet wird, deutet ein visionärer Ausblick von „Good News TV“ an. Vier Forscher, die Energieexpertin Tara Esterl, der Meeresbiologe Gerhard Herndl, die Nutztierforscherin Sara Hintze und der Forstwissenschaftler Christoph Pucher geben für ihre Fachgebiete Antworten, durch welche sofortige Maßnahmen 2053 eine klimaneutrale Welt entstanden sein kann.

Manche Zukunftstechnologien bergen natürlich große Risiken. Im sogenannten „Geo-engineering“, das Methoden zur Manipulation des Klimas zusammenfasst, zum Beispiel „Carbon Dioxide Removal“ (der Atmosphäre wird CO<sub>2</sub> entzogen) oder „Solar Radiation Management“ (Verminderung der Sonneneinstrahlung), sieht das Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften keine Lösung. Die einzelnen Technologien seien teuer und gefährlich, Folgewirkungen schwer zu kontrollieren.

Als ein wichtiger Energielieferant der Zukunft gilt den schon genannten erneuerbaren Energiequellen die mit enormen Investitionskosten verbundene Kernfusion. Sie verspricht saubere, klimaneutrale und sichere Energie in großen Mengen. Bisher war aber eine kontrollierte Verschmelzung von Atomkernen nur für sehr kurze Zeit und unter erheblichem Energieeinsatz möglich. Nun erwartet die Fachwelt mit Spannung die in kommenden Jahren geplante Inbetriebnahme der weltweit größten Fusionsanlage ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) in Südfrankreich.

Was die Ausstellung ausdrücken will, fasst Peter Aufreiter, der Direktor des Wiener Technischen Museums, knapp so zusammen: „Eine klimaneutrale Zukunft ist möglich. Wir müssen nur jetzt handeln.“

Energiewende – Wettlauf mit der Zeit. Noch bis 30. Dezember 2024, Technisches Museum, Mariahilfer Straße 212, Wien.