

Licht trifft doch auf Licht

Physiker haben erstmals direkte Hinweise auf eine Kollision von Lichtteilchen gefunden. Am weltgrößten Teilchenbeschleuniger des europäischen Kernforschungszentrums (Cern) in Genf wurden unter vier Milliarden Kollisionen von Blei-Ionen 13 solche Ereignisse erfasst. Für die Feststellung, dass die Kollision definitiv beobachtet wurde, fehlen nach den hohen Standards der Physiker noch einige weitere solcher Ereignisse. Die Beteiligten des Atlas-Experiments am Cern rechnen bei den nächsten Experimenten mit Blei-Ionen Ende 2018 damit, sagt der stellvertretende Leiter des Experiments, Andreas Hoecker.

Die in der Fachzeitschrift „Nature Physics“ veröffentlichten Ergebnisse gelten aber jetzt schon als Meilenstein. Sie resultierten aus Experimenten aus dem Jahr 2015. So lange dauerte es, um die ungeheuren Datenmengen auszuwerten und zu verifizieren.

Das klassische Verständnis der 150 Jahre alten Maxwell-Gleichungen zum Verständnis von Elektromagnetismus war, dass Lichtstrahlen sich nicht gegenseitig beeinflussen. Quantenphysiker berechneten allerdings vor rund 80 Jahren, dass Lichtteilchen, die Photonen, unter bestimmten Bedingungen doch eine Wechselwirkung entwickeln können. Solche Wechselwirkungen waren seit den 70er Jahren schon indirekt gemessen worden.

Der Zufall war im Spiel

Das Experiment mit den Blei-Ionen im Teilchenbeschleuniger hat eigentlich ein anderes Ziel: Physiker untersuchen damit ein Plasma, wie es zu Anfang des Universums aus stark wechselwirkenden Teilchen vorhanden war, erklärt Hoecker. Die Suche nach Hinweisen auf Lichtteilchen-Kollisionen war ein Nebenprodukt.

In dem Experiment werden Blei-Ionen mit nahezu Lichtgeschwindigkeit auf Kollisionskurs gebracht. Wenn sie dabei sehr knapp aneinander vorbeirasen, entsteht ein großes elektromagnetisches Feld, das quasi realen hochenergetischen Photonen entspricht. Durch die Erzeugung und sofortige Vernichtung virtueller Paare so genannter Elektronen und Positronen entsteht die Wechselwirkung der Photonen der beiden aufeinanderzugerasteten Blei-Ionen.

Diese Ereignisse seien sehr selten, sagt Hoecker. Dass sich daraus ein praktischer Nutzen etwa für den Quantencomputer ergibt, bezweifelt er. Dennoch: „Es könnte sein, dass nicht nur Elektronen und Positronen, sondern auch schwerere, noch unbekannte Teilchen produziert werden. Das nachzuweisen wäre eine revolutionäre neue Physik.“

Christiane Oelrich, dpa

Aha!

Spielernatur

Schimpansen können das Spiel „Schere, Stein, Papier“ lernen. Ungeachtet von Alter und Geschlecht begreifen sie den kreuzweisen Zusammenhang der Handsymbole, ergab eine Studie unter Leitung von Jie Gao von der Kyoto und der Peking Universität. Die Tiere brauchten zwar länger als Kinder zum Lernen, meisterten das Spiel am Ende aber ähnlich gut, berichten die Forscher im Fachjournal „Primates“. In dem Spiel schlägt das Symbol für Schere das Papier, wickelt das Papier den Stein ein und macht der Stein die Schere stumpf. Kein Element hat also einen gleichbleibenden Wert. Diese nicht-linearen Zusammenhänge zu erkennen, erfordert fortgeschrittene geistige Fähigkeiten und hilft, komplexe Probleme zu lösen sowie bekanntes Wissen zu ergänzen. Den Lernprozess der Affen verglichen die Forscher mit dem von Kindern im Alter von drei bis sechs Jahren. „Ab vier Jahren können Kinder kreuzweise Problemmuster lösen“, erklärt Gao. Die Leistung der Schimpansen lasse sich mit der Vierjährigen vergleichen. dpa



Lecker essen geht auch ohne Schnitzel – allerdings bekäme man all diese Gemüsesorten aus heimischem Anbau nie gleichzeitig auf den Tisch.

silencefoto/ fotolia.com

Ohne Fleisch alles gut?

Zugegeben, es klingt utopisch – aber angenommen, alle Menschen würden Vegetarier: Wäre das Klima dann gerettet? Die ökologischen Mechanismen sind dazu viel zu komplex. Von Yasemin Gürtanyel

Würden wir kein Fleisch essen, kämen wir unseren Zielen zur Klimaretterei deutlich näher – zu diesem Schluss sind in letzter Zeit einige Studien gekommen. Aber schon der kläglich gescheiterte Versuch eines Veggie-Days hat gezeigt: Kaum ein Thema hat so viel Zündstoff wie die vegetarische Ernährung.

Was würde aber tatsächlich passieren, wenn die Menschheit komplett auf vegetarische Ernährung umsteigt? Ginge das überhaupt? „Das Thema ist komplex“, sagt Heiner Schanz, Professor an der Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen der Uni Freiburg. Er möchte sich weder auf die Seite der Vegetarier noch der Fleischesser stellen.

Je nachdem, welchen Aspekt man betrachtet, komme man zu unterschiedlichen Ergebnissen. „Das ist wie beim Diesel-Motor“, veranschaulicht Schanz. „Schaut man auf das CO₂, ist er super – nicht aber, wenn man die Stickoxide berücksichtigt.“ In öffentlichen Debatten bestehe die Tendenz, sich zu sehr auf eindimensionale Ziele wie das Treibhausgas CO₂ zu konzentrieren. So komme man zu den Ergebnissen, dass vegetarische Ernährung die Welt retten könnte. Denn die Nutztierhaltung hat einen beachtlichen Anteil am CO₂-Ausstoß, Rinder zudem an dem weitaus klimawirksameren Methan, das sie im Verdauungsprozess ausscheiden. Pflanzen dagegen, die man dann ja vermehrt anbauen würde, binden sogar CO₂ im Zuge der Photosynthese. Schaut man auf die Treibhausgase, würde es sich also tatsächlich positiv aufs Klima auswirken, stiege man komplett auf vegetarische Ernährung um.

Allerdings greift der Ansatz zu kurz. Es macht etwa einen Unterschied, ob sich nur wenige Menschen vegetarisch ernähren oder alle. „Die ökologische Bilanz kann schnell in eine andere Richtung gehen“, sagt Schanz. Eine Studie für das Schweizer Umweltministerium hat untersucht, wie sich eine Ernährungsumstellung auswirken würde, die Ergebnisse sind weitgehend auf Deutschland übertragbar. Statt nur auf den CO₂-Abdruck zu schauen, wurde der Index der „ökologischen Knappheit“ verwendet. Berücksichtigt werden zusätzlich der Flächenverbrauch, die Biodiversität, der Energieaufwand und andere Parameter. „Perfekt ist auch diese Methode nicht“, sagt Schanz. Aber sie zeigt, wie komplex ökologische Wechselwirkungen sind.

Nehmen wir an, ganz Deutschland würde auf vegetarische Ernährung umstellen. Getreide, das früher als Viehnahrung verwendet würde, käme nun größtenteils dem Menschen zugute. Laut der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe des Bundesministeriums werden rund 60 Prozent der Getreideernte in der EU als Tierfutter verwendet, etwas mehr als 20 Prozent werden von Menschen gegessen. Letzteres ist effizienter, weil der „Umweg“ über die Tiere ausbliebe. Ist der Mensch das Getreide direkt, verbraucht das also weniger Fläche.

Ebenso würden Flächen frei, auf denen zuvor Tiere gehalten wurden. Theoretisch könnte auf ihnen zusätzlich Getreide, Obst und Gemüse angebaut werden. Nur: Nicht alle Flächen sind dazu geeignet. Auf Bergwiesen etwa könne kaum Ackerbau betrieben werden. In Deutschland betrifft das zum Beispiel Allgäu und Schwarzwald, sagt Schanz.

Nun wird in Deutschland ohnehin der Großteil der Nutztiere nicht auf der Wiese, sondern mit – zum großen Teil importiertem – Kraftfutter ernährt. Vielleicht wäre es auch verschmerzbar, wenn Almen oder Schwarzwaldtäler verwildern. Aus ökologischer Sicht müsse das nicht schlecht sein, aber man müsse es sich bewusst machen. Die Landschaft sähe dann anders aus als heute, es würden sich andere Arten ansiedeln. Aus manchen Gegenden würden Menschen wegziehen, andere würden stärker besiedelt und intensiver bewirtschaftet. Weder funktioniere das von einem Tag auf den anderen, noch wäre es ohne staatliche Förderung möglich.

Auch global betrachtet hätte es massive Konsequenzen, sämtliche Weideflächen in Äcker umzuwandeln. Ökologisch positiv wäre, dass die Abholzung des Regenwaldes zugunsten von Weiden weg-

fallen würden. Oder, um auf den Flächen Futter für europäische Kühe und Schweine anzubauen: 80 Prozent des eiweißreichen Futters, etwa Soja, wird importiert; angebaut wird es oft auf gerodeten Regenwald-Flächen.

In manchen Landstrichen könnten aber enorme Versorgungslücken entstehen. Etwa dort, wo die Menschen seit Jahrhunderten auf ihre Tiere angewiesen sind, um zu überleben, wie in den kargen Steppen der Mongolei, Kirgisistans oder

hen. Im Winter dagegen entstünden recht schnell Versorgungslücken, würden wir uns nur auf heimisches Obst und Gemüse verlassen. „Die Art der Produktion und der Verarbeitung entscheidet vor allem über die Umweltbelastung“, sagt Schanz. So kostet es Energie, Lebensmittel zu lagern oder haltbar zu machen. Ebenso, wenn man Gemüse und Obst außerhalb der Saison in beheizbaren Gewächshäusern anbaut. Die Umweltbilanz könne sogar besser aussehen, wenn man Tomaten etwa im Frühjahr aus Spanien importiert als sie regional anzubauen, aber zwangsläufig Energie im Gewächshaus einzusetzen. Im Sommer dagegen steigt in heißen Ländern der Wasserverbrauch, was wiederum schädlich für die Umwelt ist. Ist es – rein ökologisch gesehen – nun besser, man isst ein Schnitzel, das nur geringe Transportwege hinter sich hat, oder Gemüse, das um die halbe Welt transportiert wurde? Oder das dort, wo es wächst, hohe „Umweltposten“, verursacht, wie die durstigen Avocados?

Und: „Würde man Stier-Kälber dann gleich nach der Geburt häckseln wie die männlichen Küken?“, fragt Schanz. Steige man dagegen auf vegane Ernährung um – dann wären ja auch Milchkühe überflüssig –, hätte das wiederum komplexe ökologische Auswirkungen. Es würde noch mehr Importe bedeuten, aber auch mehr Produktionswege, denn viele vegane Produkte sind stark verarbeitet. Zudem müsste auf den Feldern mehr Kunstdünger eingesetzt werden, da der Mist als Dünger ausfällt.

Absolute Regeln hat Schanz nicht parat. „Ich wäre da generell sehr vorsichtig, wenn einer behauptet, er hätte sie“, sagt er. „Mit Paracelsus gesprochen: Die Menge macht das Gift.“ Würde die ganze Weltbevölkerung so viel Fleisch essen wie aktuell die Deutschen, wären die Ressourcen der Erde schnell verbraucht. Gar kein Fleisch zu essen, würde die Welt aber vermutlich auch nicht retten.

Am meisten würde es der Umwelt nützen, wenn wir uns wieder bewusst wären, wie Lebensmittel entstehen und welches Obst und Gemüse wann wo wächst und damit gerade die ökologisch sinnvolle Variante sein könnte, meint Schanz. Er schlägt das Schulfach „Ernährung“ vor. Und eine behutsame Herangehensweise. Im Projekt „Kernig“ hat sich bewährt: Statt einen „Veggie Day“ vorzuschlagen, wurde auf die Tradition des fleischfreien Freitags verwiesen. „Das wurde wohlwollend aufgenommen.“

Nicht auf jeder Weide lässt sich Getreide anbauen.

Heiner Schanz
Professor für Umwelt und Ressourcen

Sibiriens. Oft sind die Menschen dort zu arm, um Exportware kaufen zu können.

In Deutschland wäre das möglich – und nötig, um die Ernährungssicherheit zu gewährleisten, sagt Schanz. Zumindest dann, wenn wir uns nicht nur von Kartoffeln und Getreide ernähren wollen, die Deutschland im Überschuss produziert werden, wie aus der Broschüre „Landwirtschaft verstehen“ (2016) des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft hervorgeht. An Obst und Gemüse können wir den Eigenbedarf aktuell nur mit 21 bzw. 38 Prozent decken.

Was allerdings auch nicht für das ganze Jahr gilt, gibt Schanz zu bedenken. Im Sommer könnte die Situation gut ausse-

Das Projekt „Kernig“

Schätzungen zufolge verursacht in Deutschland der Bereich der Ernährung rund ein Drittel des ökologischen Fußabdrucks. Das ist mehr als Mobilität und Energie zusammen – dennoch konzentrieren sich Maßnahmen zur Nachhaltigkeit bislang auf diese beiden Bereiche. Da sich die

Auswirkungen der individuellen Essgewohnheiten vor allem zeigen, wenn viele Menschen berücksichtigt werden, untersucht das Verbundforschungsprojekt „Kernig“ das kommunale Ernährungssystem am Beispiel der Städte Leutkirch im Allgäu und Waldkirch im Breisgau. Es geht

nicht nur darum, „was auf den Teller kommt“, sondern auch um Produktion, Verarbeitung, Versorgung, Zubereitung, Konsum und Entsorgung von Nahrungsmitteln. Heiner Schanz, der Leiter der Professur für Environmental Governance an der Uni Freiburg, ist Sprecher des Projekts.