

Sie fragen, die ETH-Chefs antworten

Joël Mesot, Martin Vetterli und Michael Hengartner sind so etwas wie die obersten Wissenschaftler der Schweiz. In einer neuen Rubrik stellen sie sich den Fragen der Leserinnen und Leser rund um die Wissenschaft.

Gibt es nach all den Jahrhunderten Forschung in der Physik einen Plan zum Bau eines Perpetuum mobile? Eventuell in einem Vakuum mit Magnetismus?

Andreas Muff

Ein Perpetuum mobile wäre wahrlich eine tolle Sache. Einmal angestossen, würde es munter weiterlaufen, ohne dass wir ihm in irgendeiner Form Energie zuführen müssten. Seit Jahrhunderten träumen Menschen von einer solchen Wundermaschine, und es gibt immer wieder neue Ideen für entsprechende Geräte. Der Haken an der Sache: Ein Perpetuum mobile ist physikalisch gesehen ein Ding der Unmöglichkeit, weil es im Widerspruch zu den Grundsätzen der Thermodynamik steht.

Es sind zwei Grundsätze, die ein Perpetuum mobile verunmöglichen. Maschinen der ersten Art widersprechen der Energieerhaltung, welche den Kern des sogenannten ersten Hauptsatzes der Thermodynamik bildet. Demnach kann Energie weder zerstört noch erzeugt, sondern nur von einer Form in eine andere umgewandelt werden. Eine Maschine kann also nie mehr Energie liefern als ihr von aussen zugeführt wurde. Oder etwas zugespitzt gesagt: Von nichts kommt nichts.

Ein Perpetuum mobile zweiter Art verletzt den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, den der deutsche Physiker Rudolf Clausius entdeckte. Clausius wurde 1855 als erster Physikprofessor an das neu gegründete Polytechnikum – die heutige ETH Zürich – berufen. Der zweite Hauptsatz beschäftigt sich damit, wie viel «nutzbare» Energie eine Maschine leisten kann. Lassen Sie mich anhand eines Beispiels erläutern, was ich hier mit «nutzbar» meine. Wenn wir einen Kübel mit Wasser auf einen Tisch stellen und durch ein Loch Flüssigkeit ablaufen

lassen, dann kann beispielsweise über ein Wasserrad mechanische Energie erzeugt werden. Aber auch ohne Loch bewegen sich die Wassermoleküle im Kübel, auf der mikroskopischen Ebene. Diese thermische Bewegung kann aber nicht unmittelbar genutzt werden, weil sie im Gegensatz zum Wasserstrahl ungeordnet ist. Der zweite Hauptsatz besagt, vereinfacht gesagt, dass ohne Energiezufuhr von aussen der Anteil nutzbarer Energie einer Maschine abnimmt oder bestenfalls gleich bleibt.

In der Praxis wird insbesondere durch Reibung nutzbare Energie in nicht nutzbare thermische Energie umgewandelt. Reibung kann man wie in Ihrem Beispiel durch ein Vakuum zwar reduzieren, aber nie komplett eliminieren. Bei einem magnetischen System sind zudem weitreichende Wechselwirkungen zu berücksichtigen. Denken Sie etwa an einen Induktionsherd, wo elektromagnetische Energie durch die isolierende Glaskeramikplatte hinweg in thermische Energie im Kochtopf umgewandelt wird. Fürs Kochen ist dies gewollt, aber bei solchen Prozessen geht unweigerlich

nutzbare Energie verloren. Für ein Perpetuum mobile, das ja ewig laufen sollte, sind solche Verluste der Todesstoss.

Die Prinzipien der Thermodynamik wurden im Laufe des 19. Jahrhunderts beschrieben, noch vor den beiden «Revolutionen» der modernen Physik, Einsteins Relativitätstheorie und die Quantenphysik. Diese Prinzipien behielten auch in diesen komplett neuen Zusammenhängen ihre Gültigkeit und bewährten sich später auch etwa in der Informationstheorie. Diese Unabhängigkeit der Thermodynamik von einem spezifischen System ist beeindruckend – und der Grund, weshalb jede Art von Perpetuum mobile (leider) ein Traum bleibt.

Mit bestem Dank an Prof. Renato Renner von der ETH Zürich für seinen wertvollen Input.



Joël Mesot
Präsident der ETH.
Der erste Romand
in diesem Amt
seit über hundert
Jahren.

Am 26. Juni jährt sich der Tod von Gertrud Kurz-Hohl (15. März 1890–26. Juni 1972) zum fünfzigsten Mal. Das Foto zeigt «Mutter Kurz» im Jahr 1965. Kurz sensibilisierte die Schweizer Öffentlichkeit für die Flüchtlingsfrage. Die Appenzellerin intervenierte zum Beispiel 1942 bei den Behörden, als sie bei Bundesrat Eduard von Steiger gegen die Zurückweisung von jüdischen Flüchtlingen an der Schweizer Grenze protestierte.

Foto: ATP © SIAAG/RBA1-4-2718



26. Juni 1972 «Flüchtlingsmutter» Gertrud Kurz

■ Das Ringier Bildarchiv (RBA) umfasst mit rund sieben Millionen Pressebildern den analogen Bildbestand der Ringier AG sowie fotografische Nachlässe von

Ringier-Fotografinnen und -Fotografen – und ist damit das grösste Fotoarchiv der Schweiz in öffentlicher Hand. Es wird durch Bibliothek und Archiv

Aargau erschlossen, konserviert und digitalisiert. Das «Schauarchiv» im Stadtmuseum Aarau gibt einen umfassenden Einblick in die Bildproduktion und Archivarbeit.

Aktuell im Stadtmuseum Aarau: «Zeitgeschichte Aargau 1950–2000. Bilderkosmos eines halben Jahrhunderts»

Krimikolumne

Julia Grosz trifft auf eine alte Liebe – und gerät in grosse Gefahr, schreibt Silvia Tschui.



UNDERCOVER

Der heutige Hamburger «Tatort – Schattenleben» mit Falke und Grosz fusst auf einer realen Gegebenheit. In Grossbritannien handelte sich die Metropolitan Police 2010 und 2011 einen waschechten Skandal ein: In diesen Jahren wurde bekannt, dass diverse Undercover-Polizisten über rund 25 Jahre mit Frauen in den Gruppen, die sie infiltrierten, jahrelang romantische Beziehungen führten und teilweise sogar Kinder zeugten, bevor sie sich nach Ablauf ihres Undercover-Auftrags sozusagen in Luft auflösten.

Ähnlich emotional komplex wird es für Kommissarin Grosz (Petra Schmidt-Schaller). Ihre Ex-Freundin Ela, mit der sie bei der Polizeiausbildung einst zusammen war, ruft sie aufgelöst an – sie sei da in etwas reingeraten. Auch Grosz gerät sofort in etwas rein: in einen längst überwunden geglaubten Gefühlsstrudel. Wenig später hört sie am Telefon mit an, wie ihrer Ex-Freundin etwas zuzustossen scheint. Ela, so stellt sich heraus, hatte als verdeckte Ermittlerin die linksautonome Szene Hamburgs infiltriert. Und Grosz übernimmt sozusagen ihre Rolle, schläft im Gästezimmer der Aktivistinnen-WG und kommt der verzweifelten Freundin der seither vermissten Ela ungunst nahe.

In diesem «Tatort» wendet der NDR erstmalig den sogenannten «Inclusion Rider» an – ein Konzept, das grösstmögliche Diversität vor und hinter der Kamera garantieren soll. Und auch inhaltlich wird es durch die Liebe zwischen Grosz und ihrer Ex-Freundin divers. Wen das stört, der soll sich vergegenwärtigen, dass gemäss einer Berliner Studie aus dem Jahr 2016 rund zehn Prozent der Menschen unserer Gesellschaft sich nicht als «heterosexuell» bezeichnen. Der Spannung tut dies alles jedenfalls keinen Abbruch.

«Tatort»: «Schattenleben»; SRF 1, 20.05 Uhr

