Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 87 (1996)

Heft: 12

Rubrik: Technik und Wissenschaft = Technique et sciences

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Technik und Wissenschaft
Technique et sciences

Aufruhr zwischen den Masten

(vdew) Der Spuk kommt meist aus heiterem Himmel und geht genausoschnell vorüber: Plötzlich beginnt ein Teil der Hochspannungsleitung auf- und abzuwippen, als ob ein Riese seilchenspringen wollte. Die Ausschläge nach oben und unten können so gross werden, dass die Leiterseile auf den Boden schlagen oder sich gegenseitig berühren. Das Seiltanzen, wie diese Erscheinung von den Stromversorgern genannt wird, kann nicht nur Kurzschlüsse hervorrufen, sondern auch Masten und Leitungen beschädigen.

Wann und warum Freileitungen tanzen, beschäftigt die Forscher seit Jahrzehnten. Eine Ursache ist leicht zu erklären: Fällt von einer vereisten Freileitung plötzlich der Eisbelag ab, schwingt sie von der Last befreit wie ein Flitzebogen nach oben. Doch warum tanzen Freileitungen bei bestimmten Wetterlagen auch ohne Lastabwurf?

Erste Versuche im Windtunnel

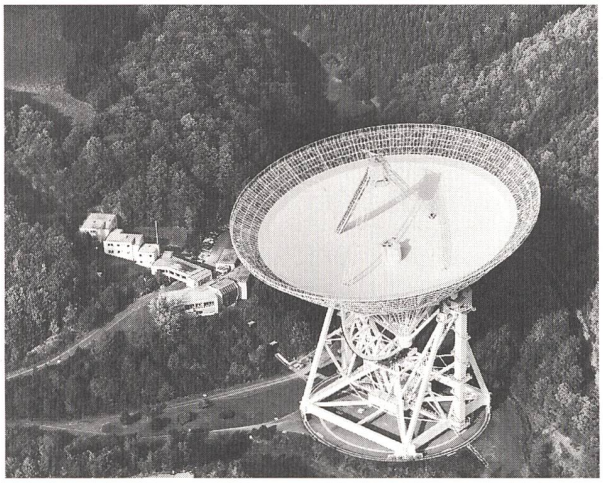
Bereits in den zwanziger Jahren testeten die Stromversorger Modelle von Freileitungen im Windkanal – damals noch Windtunnel genannt. Man wusste, dass der Wind das Seiltanzen auslöst. Doch warum schwingt eine Leitung nach oben, wenn sie von der Seite angeblasen wird? Offensichtlich spielt auch dabei Vereisung eine Rolle: Der Eisbelag verändert die Strömungsverhältnisse so, dass die Leitung senkrecht zur Windrichtung schwingen kann. Dies erklärt jedoch nicht das Seiltanzen im Sommer.

Heute sind die Stromversorger der Lösung mit Computerhilfe auf der Spur. Soviel scheint klar: Seiltanzen ist ein Beispiel für das Verhalten «chaotischer Systeme», die schon auf geringe Störungen heftig reagieren. Nach dieser Theorie kann der Flügelschlag eines Schmetterlings in der Folge sogar einen Sturm auslösen.

Stossdämpfer für die Stromleitung

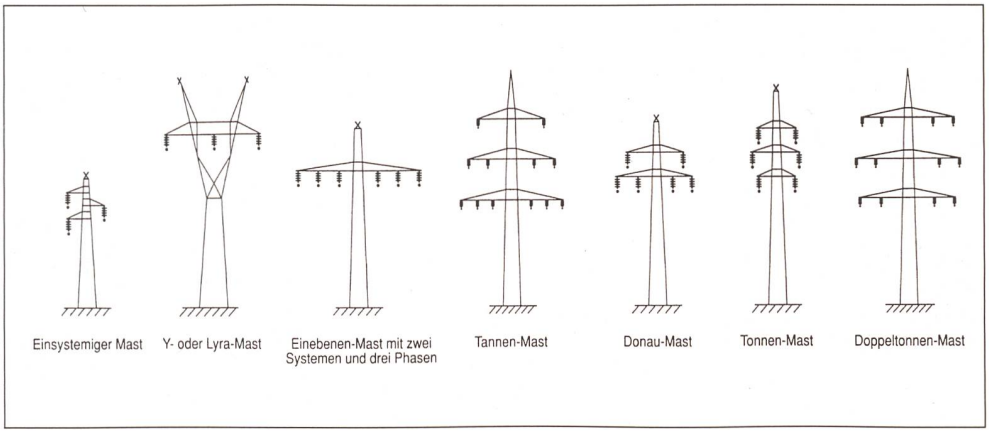
Die Stromversorger wollen das Seiltanzen nicht nur erklären, sondern auch verhindern. Doch das ist genausoschwer. Wie wird die Leitung durchs Gelände geführt? Wie hoch sollen die Masten sein, und welcher Abstand ist richtig? Wichtig ist auch die Befestigung der Leitung am Mast. Mittlerweile gibt es sogar Stossdämpfer, die schon die ersten Schwingungen im Keim ersticken sollen.

Gegen das Seiltanzen nach Eisbesatz empfahlen die Wissenschafter bereits in den zwanziger Jahren ein einfaches Mittel: Ist eine Vereisung zu erwarten, wird die Freileitung, wenn das Netz es ermöglicht, elektrisch stärker belastet. Dadurch erwärmt sie sich, und das Eis kann gar nicht erst entstehen.



25 Jahre Weltraum-Radioteleskop

(tic) Das Radioteleskop in der Eifel (bei Bonn/Deutschland) ist die grösste vollständig bewegliche Antenne mit Parabolreflektor der Welt und wurde im Mai 1971 in Betrieb genommen (Bild). Über eine Entfernung von 12 Milliarden Lichtjahren vermag dieser «Himmelshorcher» Signale aus dem All zu empfangen. Kernstück dieses Radioteleskops ist eine Parabolantenne von 100 m Durchmesser. Mit diesem Instrument, dessen Gewicht gesamthaft 3000 Tonnen beträgt, können – durch entsprechende Drehbewegungen um zwei Achsen – sämtliche Punkte über dem Horizont angepeilt werden. Die Bewegung der über 100 m hohen Anlage um die Vertikale wickelt sich dabei auf einem Schienenlaufkreis mit 64 m Durchmesser ab (Bild: Hamburger Aero-Lloyd).



Verschiedene Freileitungs-Mastentypen (Bild IZE).

Fischzucht im Kühlwasser

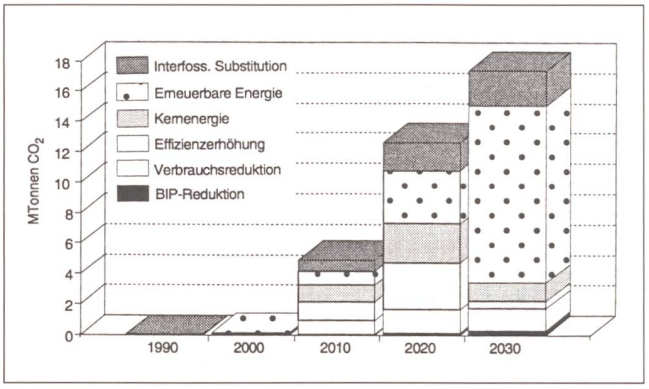
(sva) Die spanische Firma Aquadelt nutzt das Kühlwasser aus dem Kernkraftwerk Vandellos-2 für die Fischzucht: Sie hat die Bewilligung erhalten, in die Becken ihrer neuen Brutan-

stalt für Barsche und Goldmakrelen erwärmtes Kühlwasser aus dem Kernkraftwerk einzuleiten. Dank des warmen Wassers – das Kühlwasser weist eine Temperatur von 24 °C auf, Frischwasser in der Region im Winter dagegen nur 14 °C – wachsen die Fische schneller. Da das Kühlwasser keine Radioaktivität aufweist, werden auch die Fische keinerlei zusätzliche radioaktive Belastung haben.

Wieviel kostet die CO_2-Reduktion in der Schweiz?

Eine Studie zeigt die wirtschaftlichen Auswirkungen der CO_2-Verminderung.

(psi) Die Kosten für die Reduktion des CO_2-Ausstosses sind für die Schweiz im Vergleich zu anderen Industrieländern sehr hoch. Dies ergab eine Studie des Paul Scherrer Instituts (PSI), die aber auch zeigt, dass die Ziele der internationalen Klimakonvention trotzdem erreichbar sind.



Studie des Paul Scherrer Instituts zur CO_2-Reduktion. Für eine Reduktionsvorgabe von 30% bis 2030 sind hier die verschiedenen Faktoren dargestellt, die zur angestrebten CO_2-Reduktion beitragen.

Globaler CO_2-Ausstoss wächst jährlich um 1%

Es geht heute nicht mehr um die Frage, ob wir den Ausstoss des Treibhausgases Kohlendioxid (CO_2) vermindern wollen, sondern darum, wie wir dies wirksam, nachhaltig und ökonomisch realisieren können. Zurzeit wächst der globale CO_2-Ausstoss um 1% im Jahr. Wir müssen ihn aber jährlich um mindestens 1% reduzieren, um das Ziel der internationalen Klimakonvention zu erreichen.

Auf diesem Hintergrund analysierten PSI-Fachleute, wie sich die Beschränkung des CO_2-Ausstosses in der Schweiz wirtschaftlich auswirkt. Mit komplexen Modellrechnungen und möglichst realitätsgerechten Annahmen studierten sie zwei Szenarien, die Fortsetzung des Kernenergie-Moratoriums und die unbeschränkte Kernenergienutzung. Sie berechneten zum Beispiel die Kosten der CO_2-Reduktion und auch die Beiträge verschiedener Faktoren wie Sparpotential, Substitution oder neue Technologien. Im Szenario Moratorium und bei 30% CO_2-Reduktion bis 2030 trägt beispielsweise der durch die Reduktionsvorgaben stimulierte Einsatz erneuerbarer Energien weitaus am meisten, nämlich rund zwei Drittel, zum Erreichen des Reduktionsziels bei. Die Studie zeigt auch den Einfluss einer solchen Umweltpolitik auf andere wirtschaftliche Faktoren wie Energienachfrage und -preis. Zur Erfüllung der Klimakonvention notwendige strukturelle Veränderungen des Schweizer Energiesystems werden – so die Studie – interessanterweise die lokale und regionale Luftqualität automatisch auf den gesetzlich geforderten Stand verbessern.

Schweizer CO_2-Ausstoss vergleichsweise gering

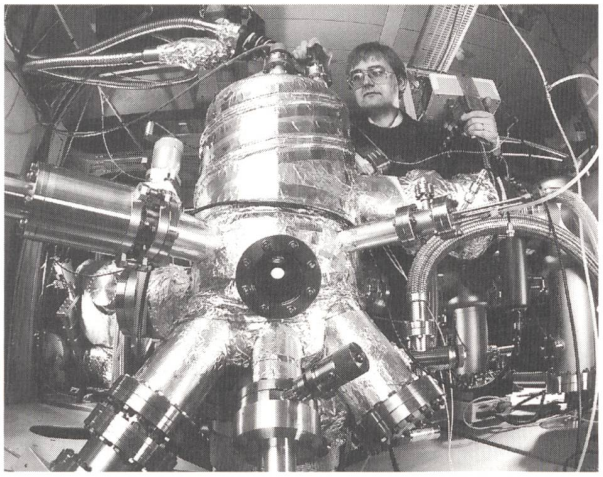
Doch Preis und Abgaben sind hoch: Im Fall der 30prozentigen Reduktion werden zum Beispiel die Kosten für die Einsparung der letzten Tonne CO_2 (Grenzkosten) für beide Szenarien auf 400 SFr. klettern. Denn in der Schweiz ist der CO_2-Ausstoss vergleichsweise gering, und jede Verminderung erfordert teure Sparmassnahmen und neue Technologien.

Die ökonomischen Analysen des PSI weisen aber auch Wege, das Ziel trotzdem zu erreichen: Schon 1993 zeigte eine Studie, dass wir die Mittel für die CO_2-Reduktion im Verbund mit anderen Industrieländern optimaler einsetzen könnten als im Alleingang. Im dort berechneten Fallbeispiel würde die CO_2-Reduktion wegen der Länder mit Öl- oder Kohlekraftwerken, also mit hohem CO_2-Ausstoss, rund zehnmal weniger kosten. Dies entspricht etwa der vom Bundesrat vorgeschlagenen Abgabe. Zudem belegen die neueren PSI-Studien, dass die Schweiz die Vorgaben der Klimakonvention durch gezielte Reinvestitionen erfüllen kann.

Hauchdünne Supraleiterschichten

(nfp) Sensoren zum Messen schwächster Magnetfelder, zum Beispiel am Gehirn oder am Herzen, oder winzige Mikroschaltelemente sind nur zwei mögliche Anwendungsbereiche für gezielt aufgebaute dünne Supraleiter-Schichten. Bei der Suche nach neuen wirtschaftlichen und schnellen Methoden für die Herstellung solcher komplizierter Schichten hat eine Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Nationalen Forschungsprogrammes «Hochtemperatur-Supraleitung» des Schweizerischen Nationalfonds einen bedeutenden Fortschritt erzielt. Forschungsgruppen des Anorganisch-Chemischen Instituts und des Physikalisch-Chemischen Instituts der Universität Zürich haben neue chemische Verbindungen massgeschneidert, aus denen Wissenschaftler am IBM Forschungslaboratorium in Rüschlikon bereits erfolgreich dünne Hochtemperatur-Supraleiter-Schichten herstellen konnten.

Die Forscher erhitzen den zu beschichtenden Träger (Substrat) in einer Ultrahochvakuum-Kammer auf 750 °C und setzen ihn einem Molekülstrahl aus. In diesem Strahl werden die für die gewünschten Schichten erforderlichen Metallatome in Form metallorganischer Verbindungen transportiert. Durch genau dosiertes Verdampfen der metallorganischen Ausgangsmaterialien gelangen die verschiedenartigen Atome in der richtigen Mischung auf das heisse Trägermaterial. Hier verbinden sie sich mit dem in die Kammer eingeleiteten Sauerstoff zu einem Mischoxid, das als dünne Schicht fest auf der Unterlage haftet.



Hauchdünne Supraleiterschichten aus dem Molekülstrahl: Erhitzen des zu beschichtenden Trägers in einer Ultrahochvakuum-Kammer.
(Bild H. R. Bramaz/NFP)