Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 86 (1994)
Heft: 10

Artikel: Supraleitung
Autor: Auf der Maur, Franz
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-940804

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: 23.08.2025

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

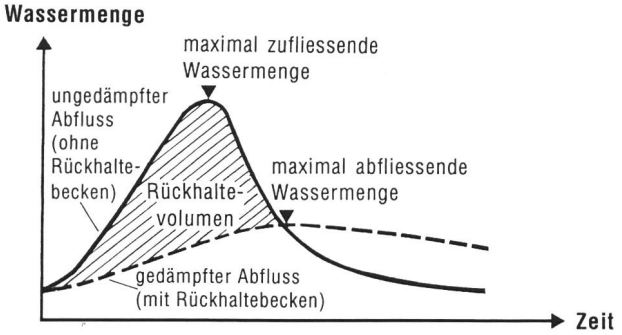

Bild 9. Generelle Hochwasserganglinie mit und ohne Rückhaltebecken. In Hochwasserrückhaltebecken werden Hochwasserabflüsse kurzfristig gespeichert und verzögert bzw. dosiert weitergeleitet. Durch die fest eingestellte Auslassöffnung fliesst lediglich eine Wassermenge weiter, die vom Bachgerinne aufgenommen werden kann. Das Überschusswasser staut sich im Rückhaltebecken. Kleine und mittlere Abflüsse werden nicht behindert und fliessen uneingeschränkt weiter. Wie stark das Becken gefüllt wird, hängt von der Grösse und Dauer des Hochwassers ab. Geht das Hochwasser zurück, entleert sich ein solches Becken wieder innert Stunden. Bis heute sind durch die seltenen und kurzfristigen Überflutungen solcher Stauräume keine negativen Auswirkungen auf die Vegetation beobachtet worden.

Schäden sind jedoch keine entstanden. Nach dem Ende der Regenfälle hat sich das Becken innert dreizehn Stunden wieder vollständig entleert. In Maschwanden ist man überzeugt, dass die Sorgen mit dem Haselbach der Vergangenheit angehören.

Neue Prioritäten im Hochwasserschutz

Dass zum Hochwasserschutz nicht nur grosse Bauwerke, sondern auch ein vernünftiger Gewässerunterhalt gehören, zeigt ein letztes Beispiel aus dem Kanton Zürich. In der Gemeinde Birmensdorf wurde die Reppisch vor vielen Jahrzehnten nach den damals angewandten technischen Regeln zu einem geometrischen, lebensfeindlichen Flussgerinne ausgebaut. Längst befriedigte diese Lösung nicht mehr, denn die sehr breite Niederwasserrinne bot wenig Schutz für Bachforellen, und die kärgliche Bepflanzung setzte keine landschaftlichen Akzente. Inzwischen wurde die Reppisch in einem Abschnitt umgestaltet. Dort, nahe der neuen Kaserne Birmensdorf, konnte der Fluss in einen naturnahen Lauf zurückgeführt werden, ohne dass die Hochwassersicherheit beeinträchtigt wäre.

Die Ufersicherung der Reppisch wurde mit Methoden des Lebendverbaus durchgeführt. Dabei kamen vor allem Bauweisen mit Weiden zur Anwendung. Sie hielten dem Hochwasser vom 18./19.Mai 1994 stand: Die elastischen dünnen Äste der ufernahen Weiden legten sich unter dem Druck des Wassers schützend ans Ufer. Das Hochwasser transportierte aber auch Geschiebe, das die Pflanzen stark beanspruchte und mit der Dauer des Hochwassers beschädigte. Trotzdem wirkte die nagende Kraft des hochgehenden Flusses nur am dichten Bewuchs in der Randzone und vermochte die Böschung nicht zu zerstören.

Nach dem Hochwasser liessen sich die stark beanspruchten Teile der exponierten «Verschleissschicht» mit geringem Aufwand flicken und verstärken. *Christian Göldi* (Amt für Gewässerschutz und Wasserbau des Kantons Zürich) kann jedenfalls eine positive Bilanz ziehen: «Der Lebendverbau hat den Test bestanden.» Für ihn ist es eine weitere Bestätigung, dass Verbauungsmethoden mit lebenden Pflanzen im Wasserbau erfolgreich eingesetzt werden können. Für die Natur ist diese Methode auf jeden Fall ein Gewinn. Über dem Wasser der Reppisch schwirren wieder Libellen, unter den herabhängenden Weiden finden Fische Unterstände. Groppen und Bachforellen sind wieder heimisch geworden, sogar Neunaugen zurückgekehrt.

Die verschiedenen Beispiele zeigen, dass Hochwasserschutz und naturnahe Gestaltung keine Gegensätze sein müssen. Denn Hochwasserschutz besteht längst nicht mehr allein darin, das Ausufern eines Gewässers um jeden Preis zu verhindern. Bei allen Massnahmen gilt es, auf Orts- und Landschaftsbilder und auf Lebensräume von Tieren und Pflanzen Rücksicht zu nehmen. Dieser neuen Sicht der Dinge wird das neue, am 1. Januar 1993 in Kraft gesetzte eidgenössische Wasserbaugesetz gerecht. Oberste Priorität kommt demnach, neben dem sachgerechten Unterhalt der Gewässer, den «passiven» Massnahmen zu, namentlich den raumplanerischen Vorgaben. Eine Siedlungsentwicklung, welche die Naturgefahren ernst nimmt und notwendige Freiräume für Extremereignisse schafft, soll gezielt gefördert werden.

Bauliche Eingriffe erfolgen erst in zweiter Priorität. Allerdings hat die intensive Nutzung weiter Teile des Landes zur Folge, dass die für den Hochwasserschutz zuständigen Stellen bei Bund und Kantonen immer wieder mit Fällen konfrontiert werden, wo Schutzdefizite bestehen, die nicht allein durch Unterhalt und planerische Massnahmen behoben werden können. Bei unumgänglichen baulichen Massnahmen gilt es, das Schutzziel verbindlich festzulegen. Je nachdem, ob eine Siedlung, eine Verkehrseinrichtung oder ein Landwirtschaftsgebiet geschützt werden soll, werden verschiedene Dimensionierungswassermengen verwendet. Der traditionelle Ausbau auf ein Jahrhunderthochwasser (HQ 100) hat somit keine allgemeine Gültigkeit mehr!

Adresse des Verfassers: *Felix Frank,* Wissenschaftsjournalist, Via Ronco 17, CH-6618 Arcegno.

Supraleitung

Kälte lässt elektrischen Strom ohne Widerstand fliessen

Franz auf der Maur

Bei der noch jungen Technik der Supraleitung geht es darum, den elektrischen Strom ohne Widerstand – und daher ohne Verlust – zu transportieren. Das Verfahren funktioniert bisher sehr gut bei tiefen Temperaturen. Um es aber für die tägliche Praxis anwendbar zu machen, muss ein Material gefunden werden, das auch bei normalen Umweltbedingungen supraleitend ist. Soeben ist ein weiterer Schritt auf diesem Weg gelungen.

Alex Müller und *Georg Bednorz* vom IBM-Forschungszentrum in Rüschlikon ZH erhielten 1987 den Physiknobelpreis für ihre, wie es aus Stockholm hiess, «bahnbrechende Entdeckung». Sie hatten sich mit einem physikalischen Effekt befasst, der es bei tiefen Temperaturen erlaubt, elektrischen Strom ohne Verlust zu transportieren. Im Frühling 1993 gelang dann dem Team von Prof. *Hans Rudolf Ott* am Laboratorium für Festkörperphysik der ETH Zürich-Höggerberg ein weiterer Durchbruch auf dem Weg zur Nutzbarmachung dieser vielversprechenden Technik. Und jetzt kommt aus der französischen Alpenstadt Grenoble die Nachricht von einem neuen Weltrekord. Doch was bedeutet es konkret, wenn dort eine Sprungtemperatur von minus 123 Grad Celsius erreicht wurde?

Fast ein Perpetuum mobile

Elektrische Energie ist etwas wunderbar Praktisches. Leider haften ihr aus physikalischen Gründen zwei bedeutende Nachteile an. Erstens geht beim Transport jeweils ein Teil verloren, und zweitens kann man Elektrizität nicht in grösseren Mengen aufbewahren. Bei der Supraleitung fallen diese Nachteile dahin: In supraleitenden Kabeln zirkuliert der Strom ohne Verluste, und Supramagnete können ihn beliebig lange speichern. Fast fühlt man sich an die Geschichte vom Perpetuum mobile erinnert, jener phantastischen Maschine, die ohne Widerstand läuft und läuft und läuft.

Doch während ein Perpetuum mobile den Naturgesetzen widerspricht und deshalb ein ewiger Traum bleiben muss, ist die Supraleitung bereits Wirklichkeit. Um den gewünschten Effekt – die Aufhebung des Widerstandes – zu erzielen, wird hier das Material für den Stromtransport (Drähte, Spulen) sehr stark gekühlt.

Erst in der Nähe des absoluten Nullpunktes von minus 273 Grad werden herkömmliche Materialien wie etwa Aluminium supraleitend. Bei höheren Temperaturen hingegen, wie sie normalerweise in unserer Umgebung herrschen, ist diese Ordnung gestört. Als Folge davon entsteht ein Widerstand: Elektrische Energie wandelt sich zum Teil in Wärme um.

Vielversprechende Oxide

Zuweilen ist dieser Heizeffekt willkommen, etwa beim Kochen von Speisen auf dem Elektroherd. In vielen anderen Fällen dagegen, vor allem beim Stromtransport über längere Distanzen, verursachen solche Reibungsverluste beträchtliche (auch wirtschaftliche) Einbussen.

An sich ist die Supraleitung bereits 1911 entdeckt worden, nachdem ein niederländischer Physiker Quecksilber auf minus 269 Grad abgekühlt hatte. Um derartig extreme Tieftemperaturen zu erzielen, braucht es sehr viel Energie – weit mehr jedenfalls, als sich dann durch die Supraleitung einsparen lässt.

Doch der Gedanke an eine wirtschaftlich vertretbare Supraleitung liess die Forscher nicht los. Gefragt ist ein Material, das bereits bei «vernünftigen» Temperaturen supraleitend wird. *Alex Müller* und *Georg Bednorz* gelang ein wichtiger Fortschritt auf diesem Feld. Sie arbeiteten nicht mit reinen Metallen wie Kupfer, Aluminium oder Quecksilber, sondern mit Metall-Sauerstoff-Verbindungen, sogenannten Oxiden. Ihre Verbindung war das Barium-Lanthan-Kupfer-Oxid, das «schon» bei minus 238 Grad Celsius supraleitend wird. Dies trug ihnen denn auch den begehrten Nobelpreis ein.

Sprungtemperatur heisst jener Punkt, wo in einem Leiter der Widerstand schlagartig zusammenbricht und die Supraleitung beginnt. Aus praktischen Gründen ist es wichtig, ein Material zu finden, bei dem die Sprungtemperatur möglichst hoch liegt, damit man keine grossen Energiemengen zum Kühlen aufwenden muss. Als Kühlmittel dienen verflüssigte Bestandteile der Luft: Helium oder Stickstoff.

Sprungtemperatur unter Druck

Kaum hatte die Fachwelt mitbekommen, dass Oxide ideale Supraleiter abgeben, setzte ein Rennen nach neuen Stoffen ein. Daran beteiligten sich Labors in der ganzen Welt, vor allem auch in den Vereinigten Staaten und in Japan. Im 24-Stunden-Betrieb wurden die verschiedensten Substanzen gemischt, fast wie einst in mittelalterlichen Alchemistenküchen. An der Universität Houston (Texas) erfuhr das Rezept aus Rüschlikon eine Abwandlung: Dort jagte man den Versuchsstrom durch Barium-Yttrium-Kupfer-Oxid, und zur Freude der Forscher setzte die Supraleitung bereits bei minus 180 Grad Celsius ein.

Sprungweise erhöhte sich dann die Sprungtemperatur mit fortschreitender Forschung. Ein Runde dieses weltweiten Wettkampfs ging nun wieder an Zürich: Das am ETH-Labor für Festkörperphysik entwickelte Quecksilber-Barium-Kalzium-Kupfer-Oxid wird bei minus 140 Grad supraleitend. Und ein weiterer Vorteil dieses Materials: Im Gegensatz zu früher üblichen Kombinationen mit Lanthan oder Yttrium enthält das Zürcher Oxid keine teuren Bestandteile, von denen jedes Gramm mehrere Franken kosten würde. Für eine praktische Anwendung der Supraleitung ist ja der Materialpreis von grösster Bedeutung.

In Grenoble nun hat man als Ergänzung zur Kälte einen weiteren physikalischen Trick hinzugenommen, um den jüngsten Weltrekord in Sachen Supraleitung zu erzielen: Das Quecksilber-Barium-Kalzium-Kupfer-Oxid schafft die Sprungtemperatur von minus 123 Grad, wenn es unter hohen Druck gesetzt wird. Die französischen Forscher suchen nun nach einer Methode, wie sich diese verhältnismässig «hohe» Tieftemperatur auch ohne Druckausübung erzielen lässt. Es ist nicht die einzige technische Nuss, die es auf diesem Gebiet in nächster Zeit zu knacken gibt. Herkömmlicherweise nämlich fliesst elektrischer Strom durch Metalle. Sie lassen sich leicht bearbeiten, etwa zu reissfesten Drähten auswalzen. Anders die supraleitenden Oxide. Bei ihnen handelt es sich um spröde Stoffe, die zum Auseinanderbrechen neigen. «Freilich sind die Festkörperphysiker auf gutem Weg», betont ETH-Professor Hans Rudolf Ott, «auch dieses Problem zu lösen.»

Zukunftsaussichten

Supraleitung ist, obwohl sie extreme Kälte benötigt, ein ausgesprochen «heisses» Forschungsfeld. Wie Zukunftsforscher vermuten, dürfte im nächsten Jahrtausend die Supraleitung aus dem täglichen Leben kaum mehr wegzudenken sein – und entsprechenden Einfluss auf alle Menschen nehmen. Hier eine kleine Vorschau:

- *Medizin:* Diagnose- und Behandlungsgeräte mit Supraleitungstechnik sind heute schon im Einsatz. Ausgereifter und kostengünstiger geworden, gewinnen sie zweifellos an Bedeutung.
- *Öffentlicher Verkehr:* Magnetschwebebahnen eilen mit minimalem Energieverbrauch durchs Land. Diese Maglev-Technik wird beispielsweise in Deutschland («Transrapid») und in Japan erprobt.
- *Energieversorgung:* Generatoren mit supraleitenden Elektromagneten machen die Stromproduktion effizienter; supraleitende Kabel übertragen die Energie ohne Verluste; Supramagnete speichern Elektrizität für Zeiten des Spitzenverbrauchs.
- *Elektronische Geräte:* Sie arbeiten bei Zimmertemperatur dank Supraleitung engergiesparsam und unter Schonung der umweltbelastenden Batterien.
- *Datenverarbeitung:* Weil der elektrische Widerstand wegfällt, können superschnelle und hochleistungsfähige Computer im Taschenformat konstruiert werden.
- *Kernfusion:* Dies ist vielleicht die aussichtsreichste Anwendung der neuen Technik. Nur mit Supraleitung nämlich lassen sich genügend starke Magnetfelder erzeugen, in denen Kerne von Wasserstoffatomen verschmelzen und dabei gewaltige Mengen Energie freisetzen.

Adresse des Verfassers: *Franz Auf der Maur,* Garbenweg 8, CH-3027 Bern.