Entstehen Eiszeiten zufällig?

Autor(en): **Gerwin, Robert**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **96 (1978)**

Heft 10

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-73646

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

zur Verfügung, wenn die Produktion der Flusswerke und der thermischen Anlagen aus irgend einem Grunde nicht ausreichen (trockene Sommer, Maschinenrevision oder technische Pannen). Der saisonbedingte Ausgleich zwischen Flusswerken und thermischen Anlagen erlaubt ferner, dank dem Rückhalt der Akkumulierenergie, nicht nur die öffentliche Stromversorgung der Gemeinde Monthey und des Tales Val d'Illiez zu speisen, sondern darüber hinaus noch Energie auf dem Markt abzusetzen.

Warum eine Gasturbine?

Im Rahmen dieses Artikels können nur ein paar Argumente des Evaluationsprozesses erwähnt werden. Die Gesamtinvestition für die Gasturbine mit Abhitzekessel lag rund 10 Prozent tiefer als für einen Hochdruck-Dampfkessel mit Gegendruckturbine. Als Vergleichsbasis diente eine maximale Dampfabgabe in das Werksnetz von 120 t/h.

Der Verbundprozess Hochdruckkessel–Gegendruckturbine liefert innerhalb der technischen Möglichkeiten nur etwa halb so viel elektrische Energie wie die Wärmekopplung Gasturbine–Abhitzekessel. Der Grund dafür liegt in der tieferen Prozesstemperatur von etwa 520 °C beim Dampfeintritt in die Gegendruckturbine gegenüber etwa 950 °C beim Lufteintritt in die Gasturbine.

Der Autonomiefaktor definiert als *erzeugbare* elektrische Energie je Tonne Dampfverbrauch des Werkes im Vergleich zur *benötigten* elektrischen Energie je Tonne Dampfverbrauch des Werkes, berechnet sich für die Dampfturbine zu 53 Prozent, für die Gasturbine jedoch zu 101 Prozent, d.h. der Werksbedarf wird in diesem Fall ideal abgedeckt, während beim Dampfturbinenbetrieb die fehlenden 47 Prozent durch andere Stromerzeuger oder durch Zukauf gedeckt werden müssten.

Bei tiefen Aussentemperaturen steigt die elektrische Energieabgabe bei der Gasturbine. Diese Charakteristik wird besonders während der Stromverknappung in den Wintermonaten geschätzt und existiert bei der Gegendruckturbine nicht.

Schliesslich ist der Preis einer selbsterzeugten kWh aus beiden thermischen Prozessen, Gegendruck- oder Gasturbine, annähernd gleich. Der brennstoffbezogene Gesamtwirkungsgrad liegt zwar bei einem Hochdruckkessel mit Gegendruckturbine etwa bei 92 Prozent gegenüber 82 bis 88 Prozent, je nach Betriebsart, bei der Gasturbine mit Abhitzekessel. Es darf aber nicht ausser acht gelassen werden, dass im letzten Fall fast doppelt so viel elektrische Energie anfällt, die den höheren Brennstoffbedarf abdeckt.

Bernhard Anderau, Monthey

Entstehen Eiszeiten zufällig?

Die viel diskutierte Befürchtung, durch steigende Zivilisations-Aktivitäten könne das Klima nachhaltig verändert werden, erscheint jetzt in einem neuen Licht: Am *Max-Planck-Institut für Meteorologie* in *Hamburg* hat *Klaus Hasselmann* ein neuartiges *Klimamodell* entwickelt, das die Klimaschwankungen der letzten 100000 Jahre in guter Übereinstimmung mit der Wirklichkeit darstellt, die Eiszeiten aber als «statistische Unfälle» und nicht als Folge äusserer Einflüsse erscheinen lässt. Dem Modell liegt die Vorstellung zugrunde, dass die Atmosphäre, gemeinsam mit den Land- und Meeresoberflächen der Erde, eine gigantische *Wärmemaschine* bildet, in der die Ozeane als Wärme-Zwischenspeicher eine entscheidende Rolle spielen. Doch die Funktion der Ozeane ist bei diesem Klima-Modell mit der eines Roulett-Spielers zu vergleichen.

Bei der Klimaforschung geht es – ähnlich wie in anderen Bereichen der Wissenschaft – darum, Einblick in ein komplexes System wechselseitiger Verknüpfungen zu gewinnen, ohne das Gesamtsystem in allen Einzelheiten zu durchleuchten. Selbst dort, wo man die Physik schon vollständig zu verstehen glaubt, ist die Kapazität der jetzt verfügbaren und in Zukunft zu erwartenden Computer bei dem Versuch, Klimasysteme modellhaft nachzubilden, noch völlig überfordert. Der Klimaforscher ist darum darauf angewiesen, *stark vereinfachte, ideale Modelle* zu erarbeiten. Seine Aufgabe besteht darin, die wichtigsten Prozesse herauszukristallisieren und in «idealisierter» Form in ein noch berechenbares Gesamt-Klimamodell einzubetten. Was bisher dabei herauskam, waren *zwei sehr unterschiedliche Modelle,* nämlich:

- das *allgemeine Zirkulations-Modell* (General Circulation Model, GCM). Sein wichtigstes Merkmal ist die hohe Auflösung sämtlicher Bewegungen der Atmosphäre, die horizontal in ein Gitternetz von 300 bis 500 Kilometer Weite und in 5 bis 11 Höhenschichten eingeteilt wird. Man erfasst auf diese Weise zwar gut die kurzperiodischen Wetterschwankungen im Bereich von einigen Tagen, doch da alle klimawirksamen Grössen wie die Temperatur der Ozeane, die Eis- und Vegetationsbedeckung der Erdoberfläche oder die Kohlensäure-Konzentration in der Atmosphäre, nicht variiert, sondern als feste Grössen angenommen werden, ist dieses Modell wohl für die Wettervorhersage, doch nicht für die Untersuchung langfristiger Klimaschwankungen geeignet.
- das *statistisch-dynamische Modell* (Statistical Dynamical Model, SDM). Hier werden die klimawirksamen Grössen nicht festgehalten, sondern es werden Entwicklungsgesetze in der Form prognostischer Gleichungen postuliert. Die schnellen Veränderungen des Wettersystems werden dabei ignoriert. Dadurch erhält man zwar ein sehr einfaches Modell, das es erlaubt, die Entwicklung des Klimas über lange Zeit rechnerisch zu verfolgen. Doch Klimaveränderungen ergeben sich nur, wenn man im Modell die äusseren Bedingungen, etwa die Sonneneinstrahlung, ändert. So ist es mit diesem Modell bisher nicht gelungen, die verschiedenen Perioden der beobachteten Klimaschwankungen in einfacher Weise mit den errechenbaren Veränderungen zu verknüpfen.

Das neue Klimamodell – Hasselmann bezeichnet es als *Modell der Zufalls-Wirkungen* (Stochastic Forcing Model) – baut auf dem Gedanken auf, die ständig beobachteten Klimaschwankungen seien nicht durch äussere Einwirkungen, sondern im System selbst entstanden. Die kurzperiodischen Wetterschwankungen werden in diesem Modell nicht einfach ignoriert, sondern üben ständig in Form einer Zufallsfolge Wirkungen auf die trägen Elemente des Systems aus. Die trägen Elemente sind die Eisbedeckung und die Wassermassen der Meere, die vielen kleinen Einzelwirkungen bestehen in den Sturmtiefs und Hochs, die über die Meere und Eisgebiete hinwegziehen.

Das Ergebnis dieses neuen Konzepts ist überraschend: Sobald man die Einwirkungen des Wetters berücksichtigt, stellen sich die Klimaschwankungen auf natürliche Weise ganz von selbst ein, und auch die Schwankungsamplituden der verschiedenen Perioden werden bei diesem Modell qualitativ richtig vorhergesagt: In einem Beobachtungszeitraum von 100 Jahren sind die klimatischen Temperaturschwankungen nur sehr gering und bleiben unter 1 °C. Innerhalb von 1000 Jahren werden die Temperaturschwankungen schon grösser

und erreichen 3 °C. Während 10000 Jahren muss man gar mit Temperaturschwankungen von 10 °C rechnen. Das sind dann schon regelrechte Eiszeiten.

Genau dieser Gesetzmässigkeit folgen die Klimaschwankungen in der Natur. Offen ist lediglich, wodurch diese statistischen Schwankungen gedämpft werden, denn innerhalb noch grösserer Zeitspannen – etwa von einigen 100000 Jahren – hätten die Temperaturschwankungen Ausmasse erreichen können, die bis zum Verdampfen der Ozeane und der Atmosphäre reichen. In Wirklichkeit lag das Temperaturniveau bei der letzten Eiszeit vor 15000 Jahren etwa 7 °C unter den heutigen Durchschnittswerten.

Dass man über solche Zeiträume hinweg noch die Temperaturschwankungen zurückverfolgen kann, ist der Tatsache zu verdanken, dass sich bestimmten Wassertemperaturen eine bestimmte Zusammensetzung der Mikrofauna und Mikroflora zuordnen lässt. Entsprechend ändert sich das Plankton in den Sedimenten, und wenn man aus dem Meeresboden einen Kern herausbohrt, hat man die verschiedenen Zeitabschnitte mit der Temperaturdatierung durch die entsprechenden Mikroorganismen übereinander.

Die Übertragung von Hasselmanns stochastischer Theorie der Klimavariabilität auf die Praxis ist einfach und aus Beispielen der täglichen Erfahrung bekannt: Sie zeigt, dass die Atmosphäre ihre Wärme nicht direkt aus der Strahlung der Sonne bezieht, sondern über einen zwischengelagerten grossen Wärmespeicher, nämlich die zu 70 Prozent die Erdoberfläche bedeckenden Ozeane. Sie geben zwar, über längere Zeitspannen betrachtet, gleich viel Wärme an die Atmosphäre ab, wie sie von der Sonne empfangen, doch die Wärmeabgabe unterliegt ständigen Schwankungen, die vom herrschenden Wetter abhängig sind: Strahlt die Sonne, empfängt der betreffende Ozean vorübergehend mehr Wärme, als er abgeben kann. Seine Temperatur erhöht sich. Ist der Himmel bewölkt oder weht ein starker Wind, gibt der Ozean mehr Wärme an die Atmosphäre ab, als er von der Sonne empfängt, und seine Temperatur sinkt.

«Man kann den Ozean mit einem Spieler in Monte Carlo vergleichen», sagt Hasselmann. «Im statistischen Mittel gewinnt der Spieler zwar genau so viel, wie er verliert, doch sein Kontostand unterliegt ständigen Schwankungen, die mit zunehmender Spieldauer grösser werden. Wir haben bisher feststellen können, dass die statistischen Eigenschaften der wirklichen Klimavariationen anscheinend recht gut mit diesen einfachen Vorstellungen zu beschreiben sind.»

Kann man dann überhaupt noch natürliche Schwankungen des Klimas vorhersagen? Im herkömmlichen Sinn ist das nicht möglich. Man kann nur noch *Wahrscheinlichkeitsaussagen* machen, etwa in der Weise, dass die Wahrscheinlichkeit für eine bestimmte Temperaturerhöhung oder Temperaturerniedrigung so und so viel Prozent beträgt. Das hat weitreichende Konsequenzen, wenn man an den Nachweis menschlicher Eingriffe in den Klimaablauf denkt. Zum Beispiel lässt sich heute abschätzen, dass der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre auf Grund der ständig steigenden Verbrennung fossiler Energieträger wie Öl und Kohle in den nächsten 50 bis 200 Jahren auf etwa das Doppelte ansteigen wird. Die Schätzungen über die Auswirkungen dieser Kohlendioxidzunahme liegen zwischen 0 und 10 °C mittlerer Temperaturzunahme. Da dieser Prozess schon eingesetzt hat, sollte man auch schon eine Temperaturerhöhung messen können. Doch diese geht bisher offenbar, wenn es sie wirklich gibt, in den statistischen Schwankungen des durchschnittlichen Temperaturverlaufs unter.

Hasselmann warnt davor, in der Entwicklung eines realistischen Klimamodells einfach ein Problem der angewandten Computertechnik zu sehen: «Es handelt sich um ein echtes Problem der Grundlagenforschung. Das einfache Beispiel unseres Monte-Carlo-Modells macht deutlich, dass noch ganz grundlegende Fragen zur Struktur des Klimasystems geklärt werden müssen, bevor wir überhaupt in der Lage sind, die für die Gesellschaft relevanten Fragen richtig zu formulieren.»

Robert Gerwin, München

Jahrestagung des Schweizerischen Werkbundes

«Qualität und Quantität» – war dieses Thema der Jahrestagung des Schweizerischen Werkbundes im Dezember in Basel als Forderung oder als Streitfrage zu verstehen? Die Werkbünde geraten seit ihrer Gründung (Deutscher Werkbund: 1907, Schweizerischer Werkbund: 1913) im Dialog um Architektur, Kunst und Design immer wieder in Auseinandersetzungen, welche die Werkbünde mitunter sogar aufzulösen drohten (und in den dreissiger Jahren den Deutschen und den Österreichischen Werkbund auch vorübergehend aufgelöst haben). – Jedenfalls gedieh auf diesem dynamischen Boden zeitweise eine höchst schöpferische, architektonische und gestalterische Produktion, die dem Publikum durch die gleichzeitige deutsche Werkbund-Retrospektivausstellung «Zwischen Kunst und Industrie» im Basler Gewerbemuseum in Erinnerung gerufen wurde.

Zur berühmten Kontroverse zwischen Hermann Muthesius und Henry van de Velde führte 1914 wohl die zäheste aller Streitfragen: Soll sich der Werkbund auf die Herstellung von (stilprägenden) Einzelstücken konzentrieren, oder soll er gute Prototypen für die industrielle Massenanfertigung schaffen? An der Basler Tagung wurde deutlich, dass diese Gretchenfrage heute – angesichts der rapide sinkenden Lebensqualität – eine wesentliche Dimension hinzubekommen hat: «Die Figur des Designers, des Gestalters selbst wird in Frage gestellt; ...der Benützer müsste doch besser wissen, was er braucht, als der Designer!» Dies sagt Lucius Burckhardt in seiner mit Werner Blaser herausgegebenen ausgezeichneten kleinen Schrift «Qualität und Quantität – Design-Tendenzen von 1900 bis 1978 und der Werkbund».

Damit ist das Schlüsselwort *«Partizipation»* fällig, um das sich im Grunde die ganze Tagung drehte. Partizipation meint die Möglichkeit für die betroffenen Bürger, an Gestaltungsaufgaben *teilzunehmen,* bei der Umgestaltung hässlicher städtischer Hinterhöfe *mitzureden,* sich die Wohnwand aus geeigneten Elementen *selber* zusammenzustellen usw. In den Podiumsgesprächen und Arbeitsgruppen der Tagung plädierten Werkbund-Mitglieder wiederholt dafür, sich nicht auf traditionelle Qualitätsbegriffe zu versteifen, sondern offene Sinne auf die unleugbare *Wandlung des Wertgefühls, der Qualitätsbegriffe,* zu behalten. Die Konsumenten – wurde gesagt – müssten lernen, sich nicht nur mit fixfertig Vorgekautem, Vorgeplantem (sehr oft qualitätsloser Quantität) abspeisen zu lassen. Und die Gestalter ihrerseits müssten «dem Volk aufs Maul schauen» und die Bedürfnisse (nicht nur die primär-funktionalen!) der Leute erspüren.

Das Arbeitsfeld der Werkbünde umfasst heute die ganze Umwelt. Eine weitere, vom Schweizerischen Werkbund unter der Leitung von Peter W. Gygax und J. Hutter zusammengestellte Ausstellung mit dem Thema «Lernort Umwelt» zeigte anhand praktischer Erfahrungen von Werkbund-Mitgliedern der verschiedenen Ortsgruppen, wie sehr der Gebrauchsgegenstand, der Wohnbereich, der öffentliche Raum,