# Charybde oder Malstrom?

Autor(en): **Gyr, Albert**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **77 (1985)**

Heft 10

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-940961

**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**

# *Charybde oder Malstrom?*

*Albert Gyr*

Beides sind Namen für das gleiche Phänomen, einen Gezeitenwirbel; ein Wortstreit, dem zwei Erfahrungswelten zugrunde liegen, der Norden und der Süden Europas. Die Charybde trägt ihre Herkunft offen zur Schau, an ihrer Wiege steht Homers Odysee. Wie steht es nun mit dem Begriff Malstrom? Auch er bezog sich ursprünglich auf einen ganz bestimmten Gezeitenwirbel bei den Lofoten, der schon 1595 im Mercator-Atlas eingetragen war. Dank der Übernahme ins Englische scheint der jüngere Begriff sich auch im Deutschen durchzusetzen, obschon die Charybde eine Wortschöpfung Schillers ist. Gerade diese enthält aber über die eigene Erscheinungsform hinaus jene Sinnbildlichkeit, mit der sie Homer versah, jener beinahe unentrinnbaren Gefahr, die sie für den Menschen bedeutet, der sich mit ihr einlässt. Sowohl Wissenschafter wie Dichter fühlen sich deshalb vom Phänomen des Gezeitenwirbels angezogen. Lassen wir den Dichtern den Vortritt, denn es gelänge einem Wissenschafter kaum, den Malstrom, besser die Charybde, anschaulicher zu beschreiben, als dies in der ersten Fassung erfolgte, die um ca. 800 v. Chr. entstand. In der Voss'schen Übersetzung lautet sie so:

«Denn hier drohte Skylla, und dort die wilde Charybdis,
Welche die salzige Flut des Meeres fürchterlich einschlang.
Wenn sie die Flut ausbrach: wie ein Kessel auf flammendem Feuer,
Brauste mit Ungetüm ihr siedender Strudel, und hoch auf
Spritzte der Schaum und bedeckte die beiden Gipfel der Felsen.
Wenn sie die salzige Flut des Meeres wieder hineinschlang,
Senkte sich mitten im Schlund des reissenden Strudels, und ringsum
Donnerte furchtbar der Fels, und unten blickten des Grundes
Schwarze Kiesel hervor.»

Hier finden wir all jene Elemente, die uns aus der Schillerschen Ballade vom Taucher her bekannt sind. Dies zeigt, wie sehr diese Thematik den Dichter der deutschen Klassik beschäftigt haben muss.

Eigenständiger bewältigte der Amerikaner Edgar Allan Poe, dessen Geburtstag sich am 19. Januar zum 175. Mal jährte, das Thema. Er, den man den Erfinder der Kurzgeschichte nennt, hatte einen Hang, Unheimliches darzustellen. Gleichzeitig ist er aber auch modern und logisch deduzierend. Dem Unheimlichen setzt er entmystifizierend rationales Denken entgegen, so auch in seiner Erzählung «Im Wirbel des Malstroms».

Auch der Held dieser Geschichte ist der scheinbar unabwendbaren Vernichtung im Schlund ausgesetzt und rettet sich dank seiner scharfen Beobachtungsgabe und den daraus gezogenen Schlussfolgerungen. An ein Fass gebunden überlebt er, weil zylindrische Gegenstände, so Poe, länger brauchen, um in den Trichter des Strudels hinabzusinken. So erlebte der Schiffbrüchige das Abklingen des Moskestrudels, während sein Schiff zerschellte und sein Bruder, der auf dem Schiff blieb, ums Leben kam.

In seiner Todesangst erlebte der Held die Zeit zwar gedehnt, ansonsten aber gibt er ein recht realistisches Bild der Grössenverhältnisse solcher Strudel. Dies zeigt aber auch, dass sie zwar eine Gefahr für Schwimmer und kleinere Schiffe sind; für die Schiffe unserer Tage, die ja mit Motoren ausgerüstet sind, kann aber kaum mehr von einer tödlichen Gefahr gesprochen werden.

Charakteristisch für grosse Gezeitenstrudel ist ein Durchmesser von etwa 10 m; die Zeit für eine Umdrehung ist in der Grösse von Minuten; die Lebensdauer entspricht einigen Umdrehungen. Poe gibt in der Geschichte an, ein Schullehrer hätte das Verhalten verschieden geformter Gegenstände erklärt. Vermutlich beruht aber die Erklärung auf Badewannenexperimenten, die der Dichter selbst ausführte. Am Badewannenwirbel können wir aber das Problem des Gezeitenwirbels kaum nachbilden, da sich dieser im ausfliessenden Wasser ausbildet – wo aber besitzt das Meer einen Ausfluss?

Damit nähern wir uns einer physikalischen Darstellung des Problems. An der Nahtstelle zwischen Dichtung und Wissenschaft sei hier ein Text aus den Problemata (23.5.) von Aristoteles (384–22 v. Chr.) zitiert.

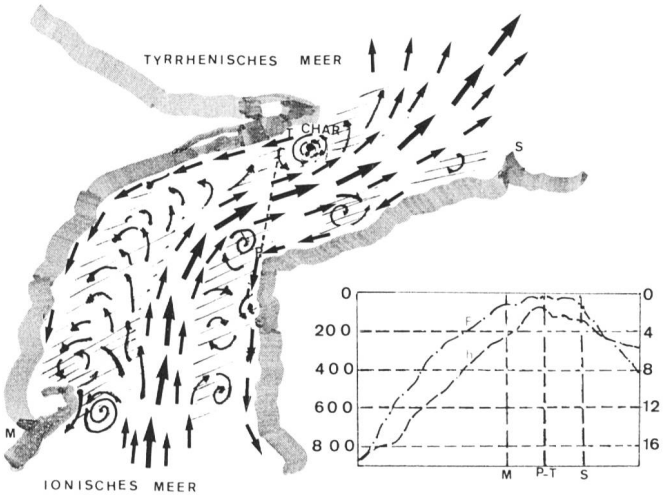
> «Wie kommt es, dass manchmal ein Schiff bei klarem Wetter auf See untergeht...? Ist es deshalb, weil die Luftbewegung abwärts ins Meer und in ein Loch folgt, wenn eine Stelle am Meeresboden die See bricht und ein Loch bildet? In ähnlicher Weise wird auch die See in eine Kreisbewegung gezwungen und abwärts gezogen. Das ist ein Strudel.»

Eine Erklärung, von der man nur mit äusserst weitgehender Interpretation behaupten kann, sie entspreche der Wirklichkeit. Trotzdem wird stets Aristoteles als derjenige genannt, der das Phänomen zuerst richtig beschrieben habe.

Es war lehrreich, das Phänomen durch Dichter beschrieben kennenzulernen, gerade weil dies zeigt, wie sehr die Beobachtung hilft, etwas zu beschreiben, das in seiner mathematischen Formulierung der Komplexität des Vorganges wegen nur mit grossen Schwierigkeiten möglich ist. Versuchen wir also, das Phänomen weiterhin mit Worten zu beschreiben.

Wird der Flutstrom oder der Ebbeabfluss kanalisiert, oder weist eine Wasserstrasse an ihren Enden eine Verschiebung der Tidezeiten auf, so entstehen starke Strömungen, die an jenen Orten, wo sie in verhältnismässig ruhiges Wasser einmünden, Wirbel erzeugen, weil an den Trennschichten zwischen unbewegtem und strömendem Wasser eine Scherfläche mit hohem Geschwindigkeitsgradienten auftritt. Diese Wirbel entstehen zwar an bestimmten Orten, werden aber mit der Strömung transportiert. Sie besitzen

Bild 1. Strömungsverhältnisse in der Strasse von Messina bei extremer S–N-Strömung.
M (Messina), P (Pezzo), T (Torre di Faro), S (Scylla), CHAR (Charybdis).
Schraffiert sind Gebiete hoher Scherung.
Bild 2, rechts unten. Kennziffern der Morphologie der Meerenge.
– – *h*: mittlere Tiefe in m; –.–.– *F*: Querschnittfläche in km²



auch kleine Oberflächen-Näpfchen, da die Zentrifugalkräfte der Drehbewegung durch das Druckfeld kompensiert werden müssen. Ja, in seichtem Gewässer, wie etwa dem Wattenmeer, können so auf dem Sandboden Kolke entstehen; mit einem Strudel hat dies aber wenig zu tun. Was also führt zu jener berüchtigten Abwärtsströmung und was bindet sie an einen bestimmten Ort im Meer?

Ein stationärer Wirbel könnte ein Ablösungswirbel sein, das heisst, die starke Strömung reisst zum Beispiel an einem Felsvorsprung ab. Dies trifft auf die eben beschriebenen Gezeitenwirbel zu, erklärt aber weder deren Intensität noch die Strudelbewegung. Um dies zu erklären, müssten nun die einzelnen Strömungsverhältnisse bekannter Wirbel untersucht werden, und wo wir dies tun, finden wir auch eine Vielfalt von zusätzlichen Phänomenen. Die eigentliche Strudelbewegung hat aber ihren Ursprung in Dichteunterschieden des zusammentreffenden Meereswassers. Dabei kann uns gerade die Charybdis dazu dienen, diesen Mechanismus zu erläutern.

Die Charybdis ist ein Gezeitenwirbel bei Ganzirri in der Strasse von Messina. Die wesentlichen Daten finden sich in einer Arbeit[1] von Defaut, der 1940 mitten im zweiten Weltkrieg sich diesem klassischen maritimen Phänomen zuwendete. 1983 ergänzt dasselbe Universitätsinstitut (Hamburg) die Resultate durch Auswertungen von Radaraufnahmen, die der amerikanische Satellit Seasat übermittelte. Die Erklärung von Defaut wird damit untermauert, allerdings indem nun der in Mode gekommene Begriff der internen Wellen zur Beschreibung herangezogen wird.

Angetrieben wird der Gezeitenstrom in der Strasse von Messina durch eine Phasenverschiebung der Tiden zwischen dem Ionischen Meer im Süden und dem Thyrrhenischen im Norden. Wenn das eine Meer Flut hat, hat das andere gerade Ebbe. Bei einem maximalen Wasserstandsunterschied von 27 cm erreicht die Strömungsgeschwindigkeit an der engsten Stelle 2 m/s, wobei sich die Höhendifferenz vor allem auf eine Entfernung von 12 km abbaut, was einem Gefälle von ca. 1,7‰ entspricht. Dass bei solchen Strömungen Scherwirbel auftreten können, ist verständlich, die Strudel aber sind die Folgen von Dichteunterschieden. Das Ionische Meer ist kalt und salzig, das Thyrrhenische ist wärmer und süsser und damit von leichterem Wasser. Im Mittel fliesst dadurch in den oberen 30 m stets ein Fluss von Nord nach Süd, der in den tieferen Schichten kompensiert werden muss. An der Schwelle von Punta Pezzo – Ganzirri kann das schwere Wasser unter das leichtere tauchen, und es kommt zu jener Vertikalbewegung, die an den Scherflächen die Wirbel in Strudel verwandelt.

Diese Wirbel sind von zyklonischem Drehsinn, während die wieder auftauchenden leichteren Flüssigkeitsmassen antizyklonischen Charakter haben. Diese Gebiete erkennt man an ihrer glatten, scheinbar öligen Fläche (Macchie d'oglio). Damit sind die Gezeitenstrudel den Tornados eng verwandt und teilen mit diesen auch die Eigenschaft, dass sich die Wirbelstärke durch Einsaugen der wirbelbehafteten Schicht verstärkt. Solch abtauchende Wassermassen werden an ihren Grenzflächen angeregt. Diese Grenzflächen – meeresinterne Wellen – konnten nun nachgewiesen werden, zeigten doch die Seasat-Aufnahmen in einer Entfernung von ca. 30 km von der Meerenge drei dafür typische ineinanderliegende Wellenringe.

Dies ist allerdings nur eine schematische Beschreibung des Mechanismus. Windverhältnisse, vor allem Stau bei Nordwind, Borenbildungen und Umlenkungen gehören bei der Charybdis mit dazu, soll sie vollständig beschrieben werden. Bleibt noch abzuklären, woher Homer die schaurig schönen Bilder der Meeresungeheuer bezogen haben mag. Was heute nur noch für Fischerboote gefährlich werden kann, ist für die Fauna der Tiefsee noch immer tödlich. Der Strudel saugt ja nicht nur Wasser ein, er spült auch Tiefenwasser hoch mit all dem Getier, das sich in ihm befindet und bereitet den Vögeln einen leckeren Tisch. Weht gar zur Zeit der stärksten Wirbelbildung, die zweimal im Monat bei Voll- und Neumond eintritt, der Schirokko, so spült es die verendenden Tiere ans Land. Wer also Tiefenwassergetier beobachten will, findet es hier, wo die Charybdis tost. Er findet all die Gestalten in ihren wilden, bizarren Formen, meist fluoreszierend, die wie die Brut eines Ungeheuers aussehen. Wen wundert es deshalb, dass jener gefährliche Fels, die Scylla, als die unterirdische Behausung eines Seeungeheuers angesehen wurde. Was uns aber lehrt, wie beeindruckt die Fischer schon zu Homers Zeiten sein mussten, als sie mit den Lebewesen der Tiefsee in Berührung kamen.

Adresse des Verfassers: Dr. Albert Gyr, Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft, ETH-Hönggerberg, 8093 Zürich.

# *Kernenergie im Wärmemarkt*

## *Eine dynamische Systemanalyse zur Beurteilung langfristiger Investitionsentscheide in der Energiewirtschaft am Beispiel des Einsatzes kleiner Heizreaktoren*

*Zusammenfassung des Vortrages von Dr. Ulrich LaRoche, Vizedirektor, BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. Baden, Konzernstab, Abteilung KLS, der am Dienstag, 29. Oktober 1985, vor dem Linth-Limmatverband in Zürich gehalten wurde.*

Computergestützte Systemanalyse ist ein Werkzeug zur Beurteilung komplexer, ineinandergreifender Zusammenhänge im zeitlichen Ablauf.

Eine Simulation des untersuchten Systems setzt deshalb zunächst einmal die Erfassung aller wesentlichen Zusammenhänge und ihrer Verknüpfung zu einem Beziehungsnetz voraus. Dieser erste Teil der Systemanalyse kann nicht vom Computer übernommen werden, sondern entsteht durch das geduldige Zusammentragen des vorhandenen Wissens über die Einzelzusammenhänge. Ein solcher Zusammenhang ist ein einzelnes Beziehungspaar Ursache/Wirkung, zum Beispiel Heizölpreis/Heizölkäufe.

Das menschliche Hirn kann, ganz unabhängig vom Intelligenzgrad, kaum mehr als ein Beziehungspaar Ursache/Wirkung gleichzeitig verarbeiten. Sobald mehrere solcher Beziehungspaare gleichzeitig und gegenseitig verknüpft vorliegen, versagt der sogenannte gesunde Menschenverstand trotz aller Erfahrung, wie sich an einigen stets und periodisch wiederkehrenden Erscheinungen von Politik und Wirtschaft leicht nachweisen lässt. Mit einem Computer kann man aber alle diese Beziehungspaare gleichzeitig und gemäss ihrem Beziehungsnetz verknüpft nachrechnen, das heisst simulieren. Dadurch ist eine qualitativ und quantitativ viel genauere und zutreffendere Beurteilung des betrachteten Systemzusammenhanges möglich. Die Simulation erlaubt nicht nur ein zutreffenderes Bild der Gesamtwirkung zu erhalten, sondern ist sehr wohl auch das Werkzeug, um aufzuspüren, welche Beziehungspaare von ausschlaggebender Bedeutung sind, oder um alternative Verknüpfungsvarianten des betrachteten Beziehungsnetzes zu beurteilen. Es gibt sehr wohl einige wichtige Wirtschaftszweige, wo solche dynamischen Systemanalysen seit über 10 Jahren angewendet werden, wie Beispiele aus der Erdöl- und Gaswirtschaft zeigen. Im Referat wird als Beispiel auch auf eine Marktstudie für kleine Heizreaktoren eingegangen.