

## Der letzte Schrei Quecksilber

Von Michael Weiss

Keinem anderen Umweltschadstoff wird seit einigen Jahrzehnten so konsequent und weltumspannend der Garaus gemacht wie dem Quecksilber. Weder Dioxin noch Asbest, Arsen, PCB oder radioaktive Abfälle erleben derzeit eine globale Ächtung, die mit derjenigen von Quecksilber zu vergleichen wäre. Würden die menschengemachten CO<sub>2</sub>-Emissionen auch nur annähernd so rigoros eingedämmt wie die Verwendung von Quecksilber – eine neue Eiszeit stünde unmittelbar bevor.

Nun will ich die hochtoxische Wirkung von Quecksilber und insbesondere der fettlöslichen Verbindung Methylquecksilber keineswegs in Abrede stellen. Die Verklappung von Methylquecksilberoxid in der japanischen Yatsushiro-See in den 1950er-Jahren kostete vermutlich rund 3000 Menschen das Leben, weitere 15'000 dürften mehr oder weniger ernsthaft erkrankt sein, und das gesamte marine

Ökosystem wurde in Mitleidenschaft gezogen.

Auch der Einsatz von Quecksilber zum Goldwaschen hatte und hat weltweit verheerende Wirkungen, und zwar nicht nur auf die Goldwäscher selbst, sondern mitunter auch auf die Menschen der Umgebung, denn nicht selten gelangt das Quecksilber in Flüsse und sammelt sich in der Nahrungskette an. Nebst der Brandrodung ist Quecksilber als Abfallprodukt der Goldwäsche heute noch eine der grössten Umweltgefahren für das Amazonasgebiet. Quecksilber greift vor allem die Nerven an und löst dabei diverse Krankheitsbilder aus.

Quecksilber ist aber auch einer der faszinierendsten Stoffe, den die Natur zu bieten hat. Als einziges Metall, und als eines von überhaupt nur zwei chemischen Elementen, ist es bei Zimmertemperatur flüssig. Diese Eigenschaft gab dem Quecksilber, das als «que-

ckes», also «schnelles» (engl. *quick*, dort auch *quicksilver*) oder «(quick-) lebendiges» Silber bezeichnet wurde, einen seiner Namen. Die chemische Bezeichnung *Hg* leitet sich vom griechischen *ὕδραργυρος* (*Hydrargyros*, flüssiges Silber) ab. Bei den Römern symbolisierte es den Gott und den Planeten Merkur, was die zweite englische Bezeichnung *mercury* und den französischen Namen *mercure* erklärt.

Seine Dichte ist dreizehneinhalbmal so gross wie diejenige von Wasser, was dazu führt, dass selbst Blei in Quecksilber schwimmt. Die tonnenschweren Lampen von Leuchttürmen wurden früher schwimmend in Quecksilber gelagert, worin sie praktisch reibungsfrei gedreht werden konnten. Laborische, die vor Erschütterungen geschützt werden mussten, wurden ebenfalls schwimmend in Quecksilberwannen gebettet. Mit einem solchen Tisch konnten die Physiker Michelson und Morley anfangs des 20. Jahrhun-



derts die Nicht-Existenz eines Äthers als Ausbreitungsmedium für Lichtwellen beweisen, was Einstein als Ausgangspunkt für seine Relativitätstheorie diente.

Im Mittelalter wurde Quecksilber aufgrund seiner Eigenschaften zur Behandlung von Darmverschlüssen verwendet, die es als Flüssigkeit von enormer Dichte zu lösen vermochte. Da elementares Quecksilber von Haut und Darm praktisch nicht absorbiert wird, führt eine rein orale Einnahme des flüssigen Metalls kaum zu Vergiftungserscheinungen.

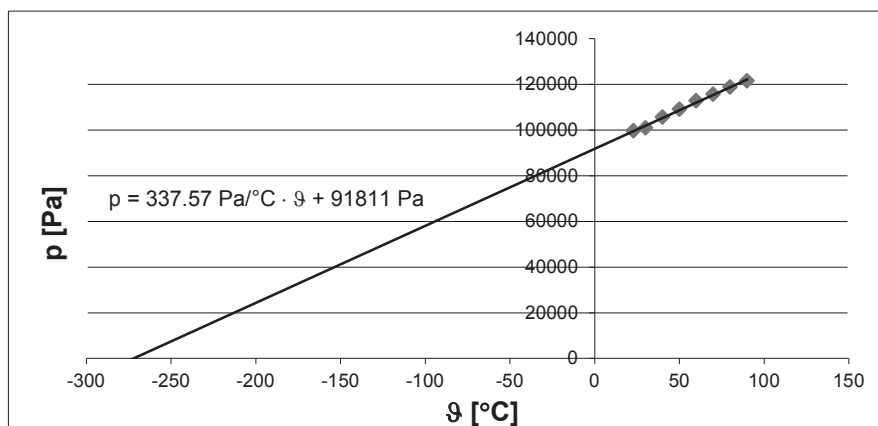
Gemäss dem Grundsatz von Paracelsus, wonach Gift immer eine Frage der Menge darstelle, wurde Quecksilber aber auch darüber hinaus lange Zeit als Medizin verwendet. Bei der Behandlung von anders nicht behandelbaren Krankheiten wie beispielsweise der Syphilis wurden schwerste Nebenwirkungen in Kauf genommen; ob der Mensch oder die Bakterien den Kampf gewannen, hing davon ab, wer von beiden die grössere Menge an Quecksilber (das dem Körper in Form von Salben zugefügt wurde) überlebte. Unzutreffend, wenn auch scheinbar naheliegend, ist allerdings die Vermutung, der Begriff *Quacksalber* sei für Ärzte gebraucht worden, die jegliches

Leiden mit Quecksilber zu kurieren suchten.

Die medizinische Verwendung von Quecksilber reicht indes bis in die jüngste Vergangenheit: Im Desinfektionsmittel Merfen war noch bis vor wenigen Jahrzehnten Quecksilber enthalten, ebenso handelt es sich beim Amalgam der silbrigen Zahnplomben um eine Quecksilberverbindung. Wenn auch die langfristige toxische Wirkung von Amalgamplomben bis heute umstritten ist, so ist doch klar, dass die höchste akute Belastung dann entsteht, wenn die Plomben wieder ausgebohrt werden.

Die grösste Verbreitung fand Quecksilber jedoch in Messinstrumenten für Temperatur und Druck. Noch heute gibt man den Blutdruck in *mm Hg* an, und Blutdruckmessgeräte, in denen tatsächlich eine Quecksilbersäule mit ihrer Höhe den Blutdruck anzeigte, waren noch vor wenigen Jahren gebräuchlich.

Auch der Luftdruck wird bis heute verbreitet in der Einheit *Torr* (die mit *mm Hg* identisch ist) gemessen. Evangelista Torricelli, nach dem diese Druckeinheit benannt ist, füllte ein etwa 85 cm langes, unten geschlossenes dünnes Glasrohr mit Quecksilber, verschloss



**Abb. 1:** Bestimmung des absoluten Temperaturnullpunkts. Die Rhomben sind Messwerte, die durchgezogene Linie stellt die bestmögliche Interpolation der Messpunkte durch eine Gerade dar. Den absoluten Nullpunkt erhält man, indem man ausrechnet, bei welcher Temperatur der gemessene Luftdruck auf null fallen würde. Dazu setzt man in der Gleichung der Geraden,  $p = 337.57 \text{ Pa}/^\circ\text{C} \cdot \theta + 91811 \text{ Pa}$ ,  $p = 0$  ein und löst nach  $\theta$  auf. Aus den vorliegenden Messpunkten ergibt sich ein Wert von  $-271.98 \text{ }^\circ\text{C}$ .



**Abb. 2:** Torricellis erstes Barometer. Zwischen A und C hat sich ein Vakuum gebildet.

das obere Ende, drehte das Rohr um, tauchte das nun untere Ende in ein mit Quecksilber gefülltes Gefäß und öffnete es dann wieder. Dabei sank, wie in Abb. 2 gezeigt, das Quecksilber im Rohr ein Stück weit nach unten, und darüber bildete sich ein Vakuum aus.

Toricelli vermutete bereits, dass die Höhe des Quecksilbers im Rohr sich aus einem Gleichgewicht zwischen dem Schweredruck des Quecksilbers und dem Luftdruck, der von unten auf das Quecksilber einwirkt, ergibt. Blaise Pascal bestätigte diese Vermutung, indem er ein solches Torricelli-Barometer auf den 1465 Meter hohen Puy de Dome transportierte und das Absinken der Quecksilbersäule aufgrund des mit der Höhe sinkenden Luftdrucks mass.

Zwar gibt es schon lange verschiedene Sorten von Barometern und anderen Druckmessern, die ohne Quecksilber auskommen. Doch diese sind durchwegs – und hier kommt jetzt der didaktische Aspekt ins Spiel – viel komplizierter zu verstehen als eine Flüssigkeitssäule, die von der Luft in die Höhe gedrückt wird. Und leider lässt sich die Flüssigkeit Quecksilber auch nicht einfach durch eine andere Flüssigkeit wie Wasser ersetzen, da die Höhe der Säule zur Dichte der Flüssigkeit indirekt proportional ist. Ein Barometer auf der Grundlage einer Wassersäule ist bereits 10 Meter hoch, und Wasser ist, abgesehen von Quecksilber, schon eine der dichtesten Flüssigkeiten, die es überhaupt gibt.

Hinzu kommt, dass andere Barometertypen, wenn man nicht gerade tausende Franken für ein Hightechgerät ausgeben will, an die Präzision eines Quecksilberbarometers nicht herankommen. Über Jahrzehnte hinweg habe ich mit Schulklassen den absoluten Temperaturnullpunkt bestimmt,

indem wir den Überdruck, der sich einstellt, wenn man Luft erhitzt und in einem konstanten Volumen einsperrt, mit Hilfe einer Quecksilbersäule für verschiedene Temperaturen gemessen haben. Obwohl das Extrapolieren einer Geraden auf eine Temperatur von fast  $-300\text{ °C}$  äusserste Präzision erfordert, wenn die zugrundeliegenden Messpunkte alle im Bereich von  $20\text{ °C}$  bis  $90\text{ °C}$  liegen, ist es uns, wie in Abb. 1 exemplarisch dargestellt, regelmässig gelungen, diesen absoluten Nullpunkt mit einer Abweichung von weniger als  $2\text{ °C}$  zu bestimmen; ein Fehler von weniger als  $0.5\%$ !

Die entsprechende experimentelle Anordnung stand übrigens während 50 Jahren in unserer Physiksammlung, ohne dass in dieser Zeit irgendein Fall einer Quecksilbervergiftung bekannt geworden wäre (was nicht weiter überrascht, da das Quecksilber in diesem Versuch ja auch nicht einfach offen herumsteht). Die Alternative, die uns heute zur Verfügung steht, sind Blackboxen, die am Computer irgendwelche Werte anzeigen, deren Entstehung niemand nachvollziehen kann, und bei denen man froh sein kann, wenn das Ergebnis der oben beschriebenen Messung des absoluten Temperaturnullpunkts am Ende nicht mehr als  $10\text{ °C}$  vom korrekten Wert abweicht.

Als ich Ende Juni, nach der Rückkehr von meinem dreimonatigen Sprachaufenthalt in Vancouver, feststellen musste, dass sämtliche quecksilberhaltigen Versuchsanordnungen aus der Sammlung unserer Schule verschwunden waren, hat mich das daher sehr getroffen. Für die auf diesem Weg verloren gegangenen Experimente gibt es keinen didaktisch gleichwertigen Ersatz. Die Möglichkeit, im Schulunterricht eine der fundamentalen Naturkonstanten mit ei-

nem Experiment zu bestimmen, das in jedem Detail völlig transparent ist und noch dazu verlässlich einen erstaunlich präzisen Wert liefert, ist für immer verloren.

Während aber Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen, die weiterhin auf Quecksilber angewiesen sind, selbstverständlich gehört werden, findet sich niemand, der den didaktischen Verlust zu den durchaus überschaubaren Risiken in Relation setzen wollte, die sich daraus ergäben, wenn an Schulen weiterhin die eine oder andere quecksilberhaltige Versuchsanordnung aufbewahrt würde. Diese standen an unserer Schule zuletzt in belüfteten Schränken, was jede Quecksilberbelastung innerhalb des Schulhauses von vornherein ausschliesst. Wer nun noch einwendet, dass eine Belastung der Aussenluft mit Quecksilber ja auch zu vermeiden sei, müsste allerdings auch jeden mit Kohle befeuerten Partygrill verbieten wollen, denn bei der Verbrennung von Kohle wird weitaus mehr Quecksilber freigesetzt als bei der sachgemässen Lagerung eines Quecksilberbarometers.

Mit dem rigorosen Quecksilberbann wurde ein nicht unwesentliches Kapitel wissenschaftlicher Kulturgeschichte mit einem Schlag ausgelöscht. Emotional erschüttert, trieben mich meine Gedanken bis hin zu Vergleichen zum Bildersturm der Reformation oder zur Sprengung der afghanischen Buddha-Statuen durch die Taliban. Selbstverständlich halten solche Assoziationen einer objektiven Analyse nicht stand, aber diesen letzten (Auf-)Schrei gegen die Vernichtung eines jahrhundertalten wissenschaftlichen Kulturguts stosse ich gleichwohl aus – meinetwegen auch gegen alle Vernunft.

Quecksilber, du wirst mir fehlen!