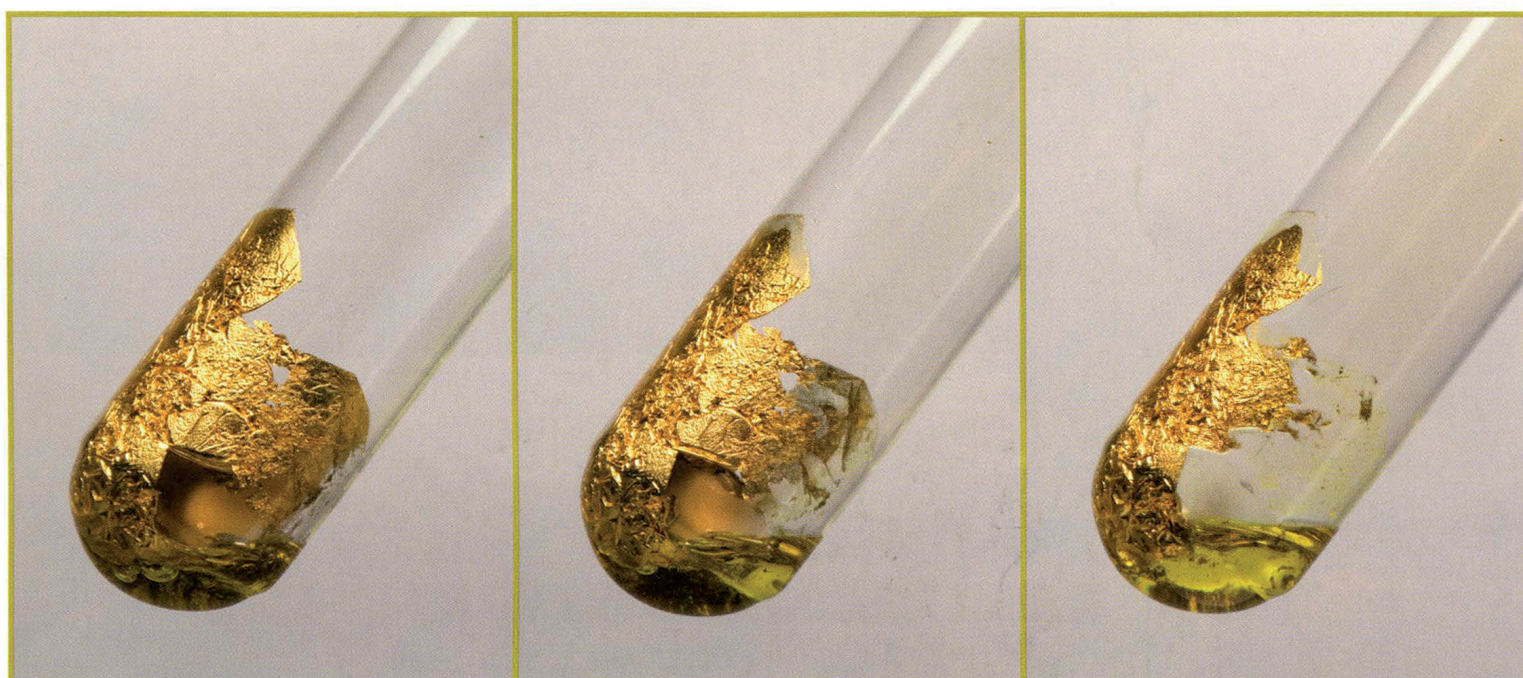


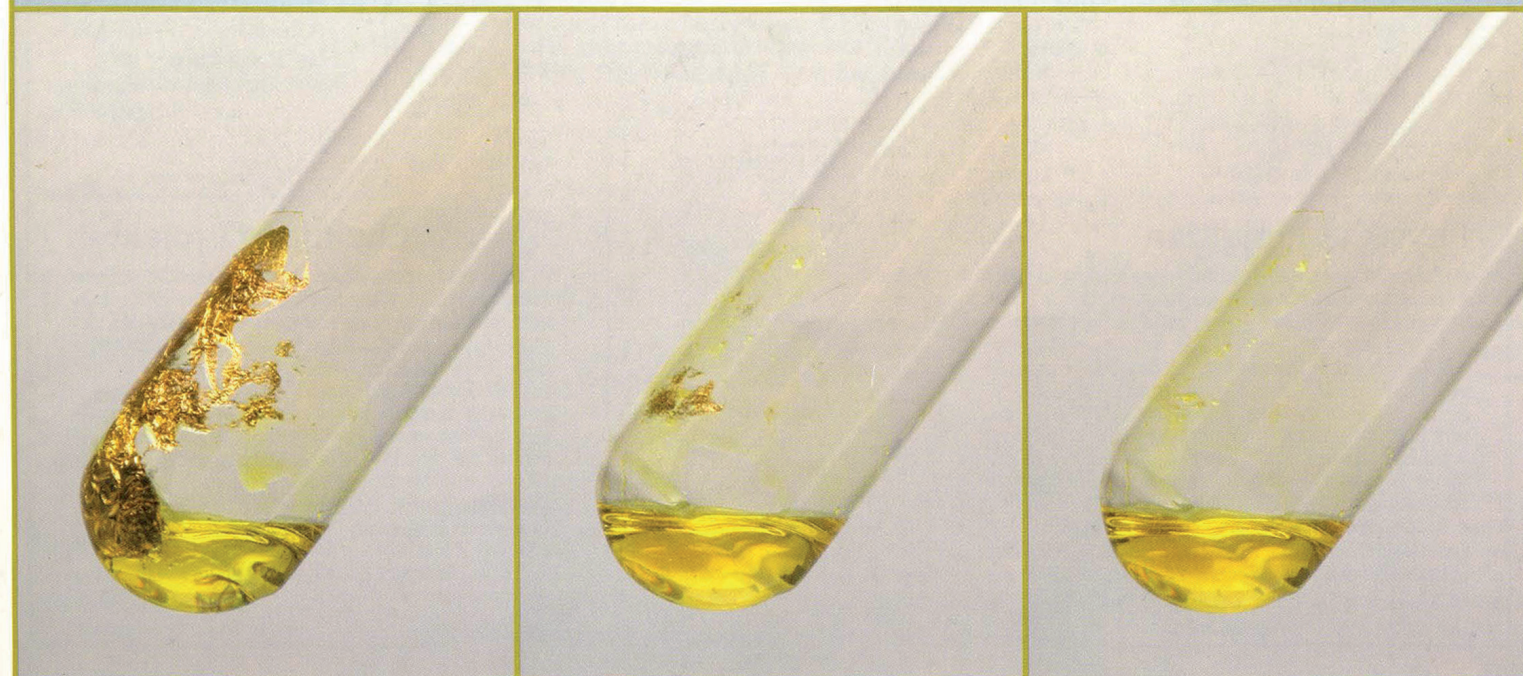
# *Praxis der Naturwissenschaften*

## *Chemie in der Schule*

Aulis Verlag Deubner · Köln und Leipzig



**Gold, Silber & Co.**



# Fritz Haber und der Meergoldschatz

R. J. Schwankner

## 1 Fritz Haber und „L'Allemagne paiera tout“

Fritz Haber, seit 1906 wohlbestallter Physikochemiker an der Universität Karlsruhe, übernimmt 1911 als Direktor das eben gegründete Kaiser-Wilhelm-Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie in Berlin-Dahlem, gleichzeitig mit einer Honorarprofessur an der Universität.

Sein sprichwörtlicher „Griff in die Luft“, d. h. die in seinem Arbeitskreis erstmals am 02.07.1909 demonstrierte heterogenkatalytische Synthese von Ammoniak im Hochdruckkreislauf, deren Einzug in die Großtechnik im Jahre 1911 mit Produktionsraten von 60.000 Jahrestonnen gegen Kriegsende (heute weltweit über  $10^8$  t/Jahr) hatten ihm, der auf die Schlüsselwissenschaft an der Nahtstelle zwischen Physik und Chemie gesetzt hatte, den ersten großen Erfolg beschert. In diesem Institut, das nach seinem Willen „im Frieden der Menschheit und im Kriege dem Vaterland“ dienen sollte, hat er in 33 Jahren über die Erschließung des Luftmeeres hinaus, an der Initiierung von Gaskampf- und Schutzmitteln ebenso gewirkt wie an dem ambitionierten sechsjährigen (1922–1927) vergeblichen Bemühen den Meerergoldschatz zu heben [1, 2]. Triebkraft zu diesem dritten Projekt waren sicher auch die, auf eine Anklage als Kriegsverbrecher hinlaufenden Anfeindungen, welche allerdings schon 1919 der Nobelpreis für die Ammoniaksynthese ebenso wie seine erfolgreichen Bemühungen als Mitbegründer der 1920 gegründeten „Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft“ zurückgedrängt hatten. Forschung im Elfeneinturm war diesem Tatmenschen, dessen Weltruhm die neugeschaffene Stickstoffindustrie begründete, genauso fremd, wie eine Nichtbefassung mit den wirtschaftlich drängenden Fragen der Nachkriegszeit.

Der Vertrag von Versailles legte die Höhe der Reparationsforderungen, wegen der unübersichtlichen Situation in Deutschland zunächst nicht fest, sprach aber im sog. „Kriegsschuldartikel“ von der Alleinschuld des Deutschen Volkes und erstmals über die, über die unmittelbaren Kriegskosten hinausgehenden Erstattung aller zivilen Folgekosten.

Schuldberechnungen bewegten sich in der Größenordnung von 100 Milliarden Goldmark, dies entsprach dem damaligen Wert von 50.000 t Feingold. Zum Vergleich alles bis heute geförderte Gold entspricht einem Würfel mit rd. 19 Meter Kantenlänge: 130.000 t [3]. Damit war der totale Zusammenbruch der deutschen Volkswirtschaft mit der Hand in Hand gehenden Inflation eingeleitet. Bis im November des Krisenjahres 1923 die Währungsreform in Ablösung einer Notenpressenpolitik (ein Rentenmark: 1 Billion Mark alter Währung) erfolgte, war die französische Haltung von dem Versuch uneingeschränkter Durchsetzung des Versailler Vertrages gekennzeichnet. Diese Haltung konnte allerdings ebenso wie die Besetzung des Ruhrgebietes den französischen Währungsverfall nicht aufhalten. Mit Rapallo verzichtete bereits 1922 das bolschewistische Russland auf wei-

tere Ansprüche die außenpolitische Isolation des Reiches begann abzubrockeln. Damit war der Weg frei zu einer Neuordnung der Reparationsleistungen, welche schon *John Maynard Keynes* als „karthagischen Frieden“ kritisiert hatte. Innenpolitisch standen die Staatsmänner unter dem Druck als Erfüllungspolitik verfehlt zu werden, außenpolitisch wurde in mehreren Konferenzen der Weg zu realistischen Zahlungsforderungen eingeleitet. Der *Dawes-Plan* 1924 gewährte der deutschen Wirtschaft ausländische Kredite und der *Young-Plan* (1929) begrenzte die Forderungen auf eine jährliche Zahlungsrate von 2 Milliarden Mark bis 1988 (!). Mit dieser 60-jährigen Projektion ging das Wort von der „Schuldverschreibung der Enkel“ um, aber zunächst erfolgte eine Wirtschaftbelebung, die bereits 1932 in der Konferenz von Lausanne zur Vereinbarung über eine festgeschriebene Abschlusszahlung (3 Milliarden Goldmark) führte, in deren Genuss allerdings erst die Nationalsozialisten kamen [4, 5]. *Haber* sah nun die Verpflichtung den sog. Meerergoldschatz zu heben, den bereits *Svante Arrhenius* 1903 vorsichtig auf 8 Milliarden Tonnen geschätzt hatte [6]. So schreibt *Habers* engster Mitarbeiter in dieser Angelegenheit *Johannes Jaenicke* 1935:

„Alle materiellen Forderungen, die der Frieden gegen uns erhob, waren auf Gold gestellt. Gelang es Deutschland, eine Quelle dieses Metalls aufzudecken, die die feindliche Goldgier rasch zu sättigen vermochte, so war den Urhebern des Friedens das Konzept verdorben ...“ und er fährt fort: „Wie *Haber* sagt ‚die Konzentration der Stoffe nie und nirgends auf Null sinkt. Kein Stoff ist durch endlichen Arbeitsaufwand auf die Konzentration Null zu bringen. Er verschwindet nur, weil er unter die Nachweisgrenze verdünnt wird. Sobald man Trennungs- und Bestimmungsmethoden

**Abb. 1:** *Fritz Haber* mit einem Modell seiner Umlaufapparatur zur Ammoniaksynthese – „Er wusste, wie *Arthur von Weinberg* einmal von ihm sagte, mit H und N ebenso umzugehen, wie mit h und v Auf der Vertrautheit mit der Physik und der Chemie und auf die Kenntnis der Methoden und Denkmittel beider beruhte seine Wendigkeit und Vielseitigkeit“ [2] (Bibliothek und Archiv zur Geschichte der MPG).



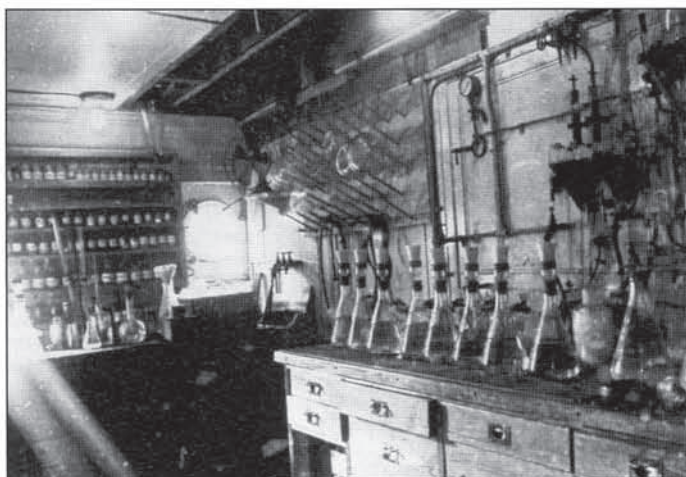


Abb. 2: Goldlaboratorium an Bord der Württemberg. Es war auf diesen Reisen ein nicht immer einfaches Unterfangen analytisch zu arbeiten: eine zweite fatale Störung verursachten die Kupellen. Es ist auf dem Schiffe selbst bei völlig glatter See kaum möglich, Perlen von der Kupelle aufzunehmen und rund zu schmelzen. Das Mindestmaß von Schiffsbewegung, welches von der Fahrt untrennbar ist, stört und bewirkt den Verlust vieler Perlen. Wenngleich *Haber* persönlich Gold nicht uneingeschränkt zu schätzen schien – „das Gold ist ein herzlich wenig verwendbares Metall. Es eignet sich zu Schmuck und zu Zahnplomben, aber es ist dank einem alten Herkommen der Wertmaßstab aller Güter und Leistungen. Die Eröffnung eines neuen Goldvorrats liegt immer im Interesse dessen, der nichts hat, als seine Arbeitskraft und der in Gold zahlen soll, weil sie den relativen Wert der Arbeitsstunde gegenüber dem Golde erhöht“ [8].

Tab. 1: Analytische Ernte 1922–1986 (NAA = Neutronenaktivierungsanalyse; MS- = Monostandard-)

„Die Verdünnung der Stoffe war von jeher die größte Quelle ihrer Entwertung. Das Gold im Meere, das alle Papierschulden der Gegenwartswelt tausendfältig überzahlen könnte, das Eisenerz in unserem Heimatboden sind Beispiele entscheidender Werte, die die Verdünnung uns unzugänglich macht. Ja, es gibt, genauer betrachtet, nichts, was an wertvollen Rohstoffen nach Art und Menge unserer heimischen Erde fehlte; wir haben alles, nur außer der Steinkohle und dem Kali, leider alles in entwertender Verdünnung“ [9].

Au in (Oberflächen-)Wasser		
Quelle	Zitat	[ng/kg]
Arrhenius (1903)	[6]	6000
Haber <sub>Meer</sub> (1922–1928)	[8, 12]	4–8000
Haber <sub>Rhein</sub> (1925)	[13]	1–10
NAA (1957) Hummel	[14]	15–400
MS-NAA (1986): Isar	[15]	1,6
Bidest.	[15]	0,4
Milipore	[16]	0,1

über das Maß verfeinert, bei dem sie einen weitverbreiteten Gehalt anzeigen, beginnt der Kampf mit der Einschleppung. Beim Natrium und beim Eisen, existiert diese Vorstellung allgemein. Dass sie beim Gold widerstrebt, schreibt sich her von dem mangelnden chemischen Gefühl für die Tatsache, dass Gold sich vom Natrium und Eisen nicht durch geringere Verbreitung, sondern nur durch größere Verdünnung bei gleicher Verbreitung unterscheidet“ [7].

## 2 Goldspuren

*Haber* begnügte sich nicht nur mit Meerwasserproben, welche ihm bereitwillig weltweit zur Verfügung gestellt wurden, sondern organisierte Schiffsexpeditionen in den Nord- und Südatlantik. Zur Goldbestimmung plante er anfangs kontinuierliche Fällungsextraktion mit Hilfe von einem Gramm Polysulfid pro Tonne Meerwasser und anschließen-

der Filtration durch schwefelhaltigen Sand. Das Analysenverfahren der Wahl wurde jedoch die Kupellation. Versetzt man silberhaltige Goldproben mit einem Vielfachen der Masse an Blei, so werden die Verunreinigungen oxidiert in der flüssigen Bleiglätte gelöst. Führt man diese Prozedur in einem porösen Tontiegel (Kupelle) aus, so dringt in diesen die heiße Bleiglätte ein, das Blei bleibt luftexponiert, es hinterbleibt schließlich ein Edelmetallkörnchen. Erhitzt man dieses mit Borax, dann gehen die Unedelmetalle in die Boraxschmelze über und es verbleibt ein vermessbares Edelmetallkorn (Dokimastik): „Um das Gold aus einer Schöpfprobe des Meerwassers in Gestalt eines mikroskopisch ausmessbaren Kügelchens zu bringen, gibt man ihm zweckmäßig zunächst eine Schutzhülle von gefälltem Bleisulfid, dann führt man diesen Niederschlag in eine Bleigold-Legierung über, und schließlich verschlackt man das Blei dieser Legierung, so dass das Gold als eine aus dem Schmelzfluss erstarrende Perle zurückbleibt ...“ [7]

Es war ein Meisterstück anorganisch-chemischer Experimentier- und Probierkunst Goldanalysen mit manuellem Geschick bis in den Nanogramm-Bereich voranzutreiben und die entstanden Goldkörnchen eingebettet in Bromnaphthalin (zur Aufhebung störender Schlackenreflexe) unter dem Mikroskop direkt auszumessen. Unerschrocken war *Haber* bereit dabei immer neuen Fehlerquellen entgegen zu treten: „Es kam auch bei uns vor, dass jemand in unserem Laboratorium in dem einen Raum Gold oder Silber hoch erhitze und dass dann, durch die Luft übertragen, im Nachbarraum Gold bei Analysen gefunden wurde, bei denen früher als goldfrei erkannt Material untersucht wurde.“ [10]

In den Bestand analytischer Kunstgriffe sollte alsbald die „Brillen-Anekdote“ eingehen: „Denn Chemikalien, Gefäße, Staub enthalten Gold und Silber in Mengen, die groß genug sind, um die Bestimmungen völlig zu entwerten. Auch die Übertragbarkeit ansehnlicher Metallmengen durch lose Berührung von Schmuckstücken mit den Fingern ist keineswegs der bloße Kinderschreck als denen man *Habers* leicht belegbaren Hinweis auf diese Gefahrenquelle hinzustellen versucht ist. In einem mikroanalytischen Laboratorium, das sich mit Edelmetallbestimmungen befasst, muß nach Grundsätzen gearbeitet werden, die denen der Asepsis ähneln.

Aber selbst unter solchen Bedingungen ist es erst nach langwierigen Untersuchungen geglückt, aus dem circulus vitiosus herauszufinden. In dem man sich zuerst bewegt, wenn man sich der Edelmetallfreiheit des Analysenzubehörs vergewissern will. Denn die Reinheit der Reagentien kann man nur feststellen, wenn man über reine Geräte verfügt, und für die Prüfung der Geräte auf Reinheit ist wiederum Voraussetzung, daß die Reagentien rein sind.“ [7]

## 3 Zweifelhafte Ernte

Es verwundert nicht, dass in die Epoche des *Haberschen* „Projekts M“ eine naturwissenschaftliche Renaissance von verspäteten alchemistischen Unternehmungen fällt, wohl mit dem gleichen wirtschaftlichen Ziel [10,11]. Nach Stand der 1920er Jahre wäre dem Meergoldprojekt der wirtschaftliche Durchbruch bei einem Goldgehalt von 60.000 ng/kg Wasser beschieden gewesen, wie *Haber* abschätzt [8]; dies war von den *Arrhenius*schätzungen zu etwa 6000 ng/kg nicht soweit entfernt, als dass es das Auflegen des Projektes verhindert hätte. Wie die zusammengestellten analytischen Daten (Tab. 1) nachhaltig belegen, war und ist an diesem Maßstab gemes-

sen, die Aussicht auf die Nutzbarmachung des Meereswassers zur Goldgewinnung einer Ernüchterung gewichen. Die umfangreiche Datensammlung der Meteor-Schiffsexpedition (1927) liefert mit dem Mittelwert von 4 ng/kg nur den 1500. Teil der *Arrhenius*-Erwartung, womit von einem Aufschluss der Meergold-Schatzkammer keine Rede mehr sein kann. Zufälle, Kontaminationen, herausragende Schöpfstellen und die unterschiedliche Gewähr der Probennahme standen einer optimierten, zuverlässigen Goldanalytik *Habers* gegenüber. Ozeanographische, ja frühe umweltchemische Erkenntnisse waren jedoch angefallen und zeigten keine Belege für goldhaltige Quellen in den Ozeanen. Es ergab sich zudem, dass der grobdisperse Goldzufluss durch Aufschluss von Landgestein und seine Verfrachtung mehr oder minder an die Planktonfraktion gekoppelt ist, womit die Oberflächenwasserwerte die Tiefenwerte überragen.

Bedenkt man, dass Reinstwasser auf der neutronenaktivierungsanalytischen Skala unserer Zeit u. a. immerhin noch 300 Milliarden Atome pro Liter (0,1 ng/kg) umfasst [16], so wird uns *Habers* Schlussbemerkung [12] zum dritten Großprojekt, seinem *rêve d'or*, umso verständlicher erscheinen:

„Es gibt nichts Mannigfaltigeres als die Verhältnisse in den Weltmeeren. Möglich, daß sich einmal irgendwo eine Art Goldfundstelle zeigt, an der die Edelmetallteilchen sich regelmäßig anhäufen. Möglich, daß eine solche Goldfundstelle in zugänglichen Klimaten gelegen ist und dass diese Bedingungen den Gedanken an eine Verarbeitung des Wassers noch einmal wecken. Ich habe es aufgegeben, nach dieser zweifelhaften Stecknadel in einem Heuhaufen zu suchen.“

- Literatur**[1] *R. Hahn*, Gold aus dem Meer, Berlin, Diepholz 1999  
 [2] *R. Schwankner*, Das Meergold-Projekt: Berlin 1922–1927, Kultur & Technik 9, 65–85 (2/1985)  
 [3] *H.-G. Bachmann*, Gold – Gewinnung – Geld, extraLapis No. 2, 64–67 (1992)  
 [4] *G. A. Craig*, Deutsche Geschichte 1866–1945, München 1980  
 [5] *K. D. Bracher*, Die Krise Europas 1917–1975, Frankfurt/M., Berlin, Wien 1982  
 [6] *S. Arrhenius*, Lehrbuch der kosmischen Physik I, 1903  
 [7] *J. Jaenicke*, Habers Forschungen über das Goldvorkommen im Meerwasser, Naturwissenschaften 23, 57–63 (1935)  
 [8] *F. Haber*, Das Gold im Meere – Aus den Verhandlungen der ozeanographischen Konferenz anlässlich der Hundertjahrfeier der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 14.–16. Mai 1928, Ergänzungsheft III der Zeitschrift für Erdkunde zu Berlin, 1–12 (1928)  
 [9] *F. Haber*, Fünf Vorträge aus den Jahren 1920–1923, Berlin 1924  
 [10] *F. Haber*, *J. Jaenicke*, *F. Matthias*, Über die angebliche Darstellung „künstlichen“ Goldes aus Quecksilber, Z. Anorg. Allg. Chem. 153, 153–183 (1926)  
 [11] *R. Schwankner*, Verspätete Alchemie – Schauplatz Berlin 1924–1926, Kultur & Technik 4, 22–24 (3/1980)  
 [12] *F. Haber*, Das Gold im Meerwasser, Zeitschr. Angew. Chem. 40, 303–314 (1927)  
 [13] *F. Haber*, *J. Jaenicke*, Beitrag zur Kenntnis des Rheinwassers, Ztschr. Anorg. und allg. Chem. 147, 156–170 (1925)  
 [14] *R. W. Hummel*, Determination of Gold in Sea Water by Radioactivation Analysis, Analyst 82, 483–488 (1957)  
 [15] *J.I. Kim*, *W. Scheibner*, *F. Baumgärtner* und *R. Schwankner*, A direct determination of  $^{239}\text{Pu}$  in femtomole range in aquatic solution by neutron activation, Fresenius Z. Anal. Chem. 323, 821–826 (1986)  
 [16] *R. Schwankner*, Eine neue Methode zur Direktbestimmung geringster Plutoniumkonzentrationen in aquatischen Systemen, Diplomarbeit Ludwig-Maximilians-Universität, München 1984

---

**Anschrift des Verfassers:**

Prof. Dr. rer. nat. *Robert J. Schwankner*, Radiometrisches Labor der Fachhochschule München (FHM), Karlstr. 6, 80333 München

---