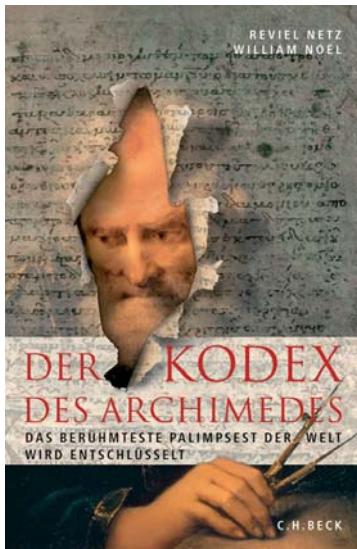


Archimedes grüßt den Eratosthenes

Friedrich Pukelsheim



Ein zwei Jahrtausende alter Brief sorgt erneut für spannende Lektüre

Als Archimedes von Syrakus um 220 vor Christus seinen Brief an Eratosthenes von Alexandria schickte, war ihm bewusst, dass er die dargestellte *Methodenlehre* über den Adressaten auch an die Nachwelt richtete. Eratosthenes, Direktor der weltgrößten Bibliothek seiner Zeit, würde den Brief archivieren, kopieren und auslegen lassen.

Die geheimnisvolle Odyssee, die so ihren Anfang nahm, und das aufwändige Projekt, die überlieferten Textstücke zu konservieren und zu entschlüsseln, bieten Stoff für eine spannende Erfolgsgeschichte. Die Erzähler, Reviel Netz und William Noel, gehören zu den treibenden Kräften der Projektgruppe.

Von der Papyrusrolle zum Pergamentkodex

Archimedes und Eratosthenes schrieben auf Papyrusrollen. Nach der Zeitenwende setzte sich ein neues Medium durch, Pergamentkodizes. Das sind gebundene Bücher wie heute, aber mit Seiten aus gegerbter Tierhaut. Der größte Vorteil war die leichte Verfügbarkeit. Auch konnte man ein Buch auseinander nehmen, die Schrift abwaschen oder abschaben und die Folien neu verwenden.

Die Texte von Archimedes waren keine Bestseller. Nur wenige wollten seine schwer verdaulichen Mathematikthemen studieren. Die Flächen- und Volumenberechnungen besaßen aber durchaus einen Wert für Schiffsleute und Baumeister. Beispielsweise ließen im sechsten Jahrhundert nach Christus die Architekten der Hagia Sophia in Konstantinopel, Anthemios von Tralleis und Isidor von Milet, Auswahltexte in Pergamentkodizes kopieren.

Auf diese Weise kam es zu drei Überlieferungssträngen in griechischer Sprache, die nahe am Originaltext blieben. Kodizes A und B gingen im Mittelalter verloren. Kodex C ist das *corpus*

delicti von Netz und Noel. Vermutlich wurde er um das Jahr 970 in Konstantinopel verfasst, auf Blättern etwa so groß wie heutiges Briefpapier. Das Werk lebte allerdings kaum länger als ein paar Jahrhunderte.

Aus Eins mach Zwei

Der Unglückliche, der Kodex C den Garaus machte, hat sich unerkannt aus der Geschichte davongestohlen. Vielleicht war es ein altgedienter Finanzminister, der angestaubte, in seiner langen Amtszeit nie ausgeliehene Bücher wertmäßig abschrieb und sie zum Zerlegen in die Werkstatt schickte? Jedenfalls wurde Kodex C irgendwann von irgendwem zum Recyclen freigegeben, zusammen mit anderen Kodizes.

Zugegebenermaßen war das ein nicht unübliches Vorgehen. Zur Wiederverwendung wurden die Bögen quergelegt und in der Mitte neu gefalzt, um die zweite Schrift von den Spuren der ersten abzusetzen und dabei ein überbreites Buchformat zu vermeiden. So entstanden aus einer großen Seite zwei kleine und man erhielt, was die Fachsprache ein Palimpsest nennt.

Der Glückliche, der in dieser für Archimedes schmerzhaften Weise auf ihn baute, hat dank der neuesten Forschungsergebnisse einen Namen. Auf der Eingangsseite des aus den Archimedesvorlagen komponierten Palimpsests findet sich eine Notiz des Geistlichen Johannes Myronas: Am Ostersonntag, 14. April 1229, habe er seine Sammlung liturgischer Gebete abgeschlossen. Allem Anschein nach tat er das in Jerusalem.

In der Tat erlebte Jerusalem im Jahr 1229 ein außergewöhnliches Osterfest. Einen Monat vorher war Friedrich II., Kaiser des Heiligen Römischen Reiches, mit seinem Gefolge eingezogen und hatte einmal mehr für die Christenheit von den heiligen Stätten Besitz ergriffen. Für die Christen war das ein Grund, mit besonderer Hingabe zu feiern, und der Geistliche trug mit dem frisch kopierten Gebetbuch das Seine dazu bei.

Über Jahrhunderte wurde das Gebetbuch des Myronas im Kloster Mar Saba bei Bethlehem immer wieder genutzt. Schließlich fand es seinen Weg in die Bibliothek des Metochions in Konstantinopel, eines Filialklosters des Klosters vom Heiligen Grab in Jerusalem.

Aus Zwei mach zwei Millionen

Ein Katalog alter Bücher aus dem Jahr 1899 beschreibt das Gebetbuch als mittelalterliches griechisches Palimpsest, gibt nach Art gelehrter Handschriftenforscher den Anfang auch des unteren Textes wieder und weist auf dessen mathematischen Charakter hin. Jetzt brauchte es nur noch den Kennerblick eines Archimedesexperten, um die im Schoß des Palimpsests ruhenden Schätze zu heben.

War das Gebetbuch jahrzehntelang nur ein altes Buch von unendlichen vielen gewesen und ein Palimpsest unter zahlreichen anderen, verlieh Archimedes ihm plötzlich den Glanz eines Unikats. Von Kodex C ist nämlich nichts überliefert außer den Folien, die es in das Gebetbuch des Myronas geschafft haben.

Diese Wiedererweckung brachte zunächst mehr Fluch als Segen. Die religiöse Liebesgabe des frommen Geistlichen verkam zur Zielscheibe weltlicher Habgier.

Während der Wirren zwischen der Türkei und Griechenland nach dem Ersten Weltkrieg verschwanden aus der Metochionbibliothek viele der alten Kodizes. Einige traten im stolzen Besitz großer Museen der westlichen Welt wieder zu Tage, mit anderen bediente ein gewinnsüchtiger Kunstmarkt private Sammlerleidenschaft.

Das Gebetbuch des Myronas alias Palimpsest des Archimedes wurde 1934 von einem Pariser Antiquariat für sechstausend Dollar zum Verkauf angeboten, ohne Erfolg. Der barbarische Besitzer ließ einige Heiligenminiaturen hineinmalen, wohl um den alten Schinken mit neuer Farbe aufzumöbeln.

Der Kodex überdauerte den Zweiten Weltkrieg, aber mangels sachgerechter Lagerung wurde er massiv von Schimmel befallen. In armseligem Zustand gelangte er 1998 aus Pariser Privatbesitz zur Versteigerung ins New Yorker Auktionshaus Christie's. Griechenland bot, um sein Kulturerbe zurück zu kaufen. Aber ein zweiter Bieter erhielt den Zuschlag, beim sagenhaften Gebot von zwei Millionen Dollar.

Der anonyme Eigentümer übergab den Kodex dem Walters Art Museum in Baltimore und engagierte sich auch weiterhin bei den Kosten der Konservierungsarbeiten und Textentschlüsselung. Was in privater Hand zu verkom-

men drohte, wird nun durch privates Mäzenatentum der Nachwelt erhalten.

Lesen mit der Lupe

Der Experte, der nach dem Wiederauftauchen des Palimpsests die Archimedes-Fragmente identifiziert und entziffert hatte, war der Däne Johan Ludvig Heiberg (1854–1928), ein exzellenter Kenner der archimedischen Schriften. In der deutschen Übersetzung der *Methodenlehre*, die er 1907 vorlegte, resümierte er nüchtern:

Im vorigen Sommer habe ich im Metochion (in Konstantinopel) des Klosters des hl. Grabes in Jerusalem eine Handschrift untersucht, die unter einem Euchologion des 13. Jahrhunderts Schriften des Archimedes enthält in schöner Minuskel des 10. Jahrhunderts, die nur abgewaschen, nicht ausradiert, und mit der Lupe einigermaßen lesbar ist.

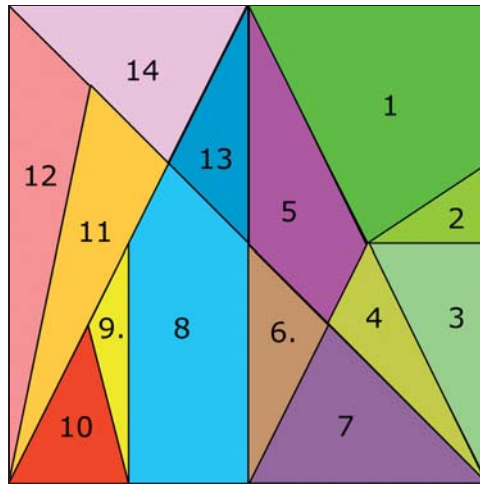
Heibergs Teubner-Edition (1910–1915) der Archimedes-Werke setzte einen Meilenstein. Netz und Noels enthusiastische Erzählung lässt spüren, wie schwer die Autoren unter dem Übervater Heiberg leiden. Freud pur. Erst als sie sicher sind, dass ihre Anstrengungen neue I-Tüpfelchen zu Heibergs Erkenntnissen hinzufügen, äußern sie ein Wort der Bewunderung für seine schier unglaubliche Leistung.

Datenwürfel und Hauptkomponenten

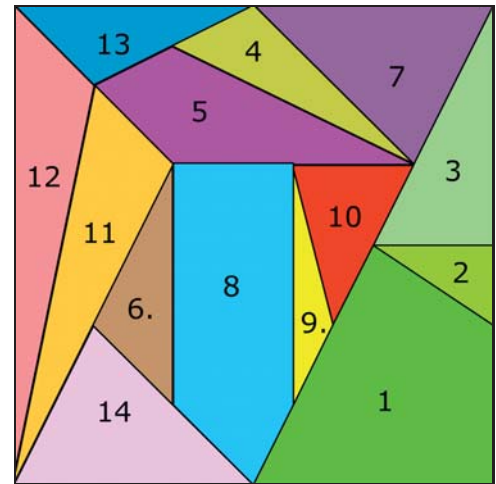
Die von dem großzügigen Mäzen angestoßenen Forschungsanstrengungen verdienen ebenfalls größte Anerkennung. Allein der Bericht, wie die zerfallenden Pergamentfolien in langwieriger Feinstarbeit von der Konservatorin wieder zusammengefügt wurden, lohnt die Lektüre. Archimedes und Myronas sind gerettet.

Gerettet sind auch Hyperides und Aristoteles, die als Autoren des unteren Texts auf anderen Palimpsestseiten identifiziert werden konnten. Von Hyperides existierte bisher kein einziges Zeugnis, dass sein Werk den Medienwechsel von der Papyrusrolle zum Pergamentkodex überhaupt geschafft hatte.

Diese Erfolge beruhen auf Methoden der modernen Bildverarbeitung. Vertraute Heiberg noch auf althergebrachte Fotoabzüge, wurden jetzt mit rotem, grünem und ultraviolettem Licht viele Digitalfotos erstellt und die unterschiedlichen spektralen Auflösungen erst im Computer zu einem Ansichtsbild zusammen gemischt.



Stomachion (©RosarioVanTulpe/Creative Commons)



Das bestmögliche Leseergebnis wurde aber erst erzielt, als die Wissenschaftler den Auflösungsgrad auf molekulare Ebene absenkten. In interdisziplinärer Zusammenarbeit wurden die Palimpsestfolien im Linearbeschleuniger in Stanford mit kurzwelligen Röntgenstrahlen abgebildet. Heraus kamen zunächst einmal nur physikalische Messungen, nichts als Zahlen, gespeichert in einem riesigen Datenwürfel.

Eine statistische Analyse trennte schließlich die Spreu vom Weizen und erlaubte es, auf Grund der unterschiedlichen chemischen Elemente die Tinte des Schreibers von Kodex C zu unterscheiden von der Tinte des Johannes Myronas. Im Datenwürfel ergab sich als kontrastreichste Hauptkomponente die obere Schrift, das Gebetbuch des Myronas. Die zweite Hauptkomponente enttarnete das Objekt der Begierde, die unteren Texte. Was übrig blieb, verwies auf Wachsflecken und andere Gebrauchsspuren.

Bauchschmerzen

Der Forschungsertrag über Archimedes ist ohne Zweifel all die Mühe wert. Die *Methodenlehre* kommt der heutigen Integralrechnung noch näher als bisher schon erkannt. Ihre Zeichnungen sind keine maßstabstreuen Abbildungen, sondern eng in den Text eingebundene Planfiguren. Die Gedankenstützen, die Archimedes im Sand von Syrakus skizzierte, übernahm er wohl so, wie sie gerieten, in seine Schriften.

Ein anderes Fragment, das *Stomachion* (dt. Bauchschmerzen), beschreibt ein Legespiel ähnlich dem chinesischen Tangram. Ein Quadrat ist in Drei-, Vier- und Fünfecke zerschnitten, vierzehn an der Zahl, die ihrerseits in 268 verschiedenen Grundmustern das Quadrat wieder herstellen können. Kannte Archimedes diese Anzahl?

Berücksichtigt man, wie oft ein Grundmuster sich drehen, spiegeln oder sonstwie bewegen lässt, kommen sogar 17 152 Möglichkeiten heraus. Die Autoren lesen das Fragment so, als ob Archimedes dieses für die griechische Mathematik höchst ungewöhnliche Abzählproblem angehen wollte. Ob diese Lesart Bestand hat, bleibt abzuwarten.

Denglisch

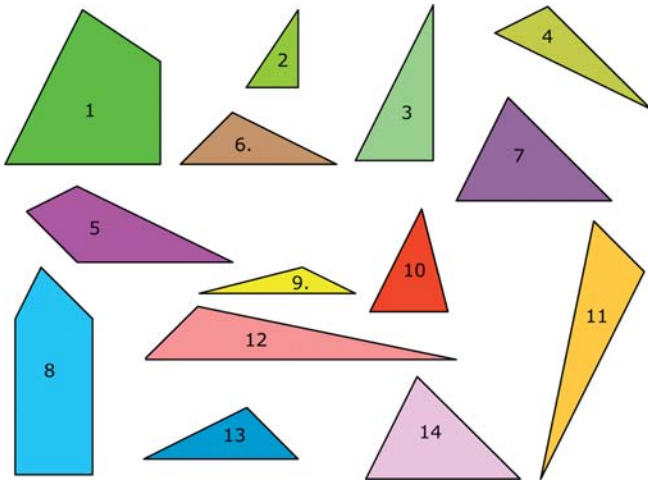
Die erzählerische Darstellung von Netz und Noel führt längs durch die Zeit und quer durch die Wissenschaften. Was die Autoren auf dieser inhaltsreichen Reise alles zur Sprache bringen, lässt den Leser immer wieder bass erstaunt inne halten. Selbst Humphrey Bogart und Ingrid Bergman haben ihren Auftritt.

Für das Nebenthema, die Macht der Bilder, gibt das Buch nichts her. Es enthält zwar zahlreiche Abbildungen, aber sie fallen trotz buntem und fesselndem Plot enttäuschend grau und langweilig aus.

Für das Hauptthema, die Auswirkungen eines Wechsels von Speichermedium oder Sprachkreis, liefert das Buch ein hervorragendes Beispiel an sich selbst. Die Autoren könnten die Problematik trefflich an der deutschen Übersetzung ihres englischen Originals vorführen.

Was Archimedes auf Englisch „On Floating Bodies“ betitelt, macht die Übersetzung zu „Über Schwimmende Körper“. Meist schwimmt ein großes S daher, seltener ein kleines, gelegentlich tummeln sich beide in Sichtweite voneinander. Die „Church of the Holy Sepulchre“ meint das Kloster vom Heiligen Grab, nicht die Grabeskirche.

Die englische „line“ wird oben auf der Seite mit „Linie“ übersetzt, unten mit „Zeile“. Spätestens wenn im deutschen Dreieck nur noch „Linie“ auftaucht, wo zwischen Gerade (durch



zwei Punkte, straight line) und Strecke (zwischen zwei Punkten, line segment) unterschieden werden muss, dürften auch gutwillige Leser vor Frust aufstöhnen.

In einer Übersetzung die Kleinigkeiten auf die Reihe zu bringen, ist eine Sache, den Transfer von einem Kulturkreis in den anderen zu schaffen, die andere. Das englische „you“ stur durch „Sie“ zu ersetzen, ergibt plumpes Denglisch. Und wenn der Philologe Netz „my first book“ erwähnt, dann sollte eine treffende Übersetzung daraus „meine Doktorarbeit“ machen und nicht „mein erstes Buch“.

Der literarische Höhepunkt wird bei den wörtlich übersetzten Superlativen erreicht. Zu Projektbeginn geht Noel auf die Suche nach den modernsten Bildgebungsverfahren, den besten Konservatoren, den qualifiziertesten Wissenschaftler. Im amerikanischen Englisch klingen die Superlative in einer populärwissenschaftlichen Erzählung noch annehmbar.

Im Deutschen wird daraus marktschreierische Aufschneiderei, die ihre eigene Glaubwürdigkeit untergräbt. Zum Beispiel, wenn Noel seinen sicherlich zur Gruppe der qualifiziertesten Wissenschaftler zugerechneten Partner als Assistenzprofessor vorstellt, der verzweifelt versucht, eine unbefristete Stelle zu bekommen. Allerdings muss man Noel das Geständnis zu Gute halten, dass maßlose Untertreibung nicht seine Art sei.

Die Nuancen eines gelungenen Kulturtransfers von der Neuen Welt in die Alte kommen im Urteil eines beteiligten britischen Kollegen

zum Ausdruck: Die Arbeit am Archimedes-Palimpsest sei „eines der faszinierendsten“ Forschungsprojekte, das man sich vorstellen kann. Diese Einschätzung trifft ins Schwarze. Die erzählerische Darstellung von Netz und Noel lässt die Leser an dieser Faszination teil haben und sorgt für spannende Lektüre.

Reviel Netz, William Noel: *Der Kodex des Archimedes. Das berühmteste Palimpsest der Welt wird entschlüsselt.* Aus dem Englischen von Thomas Filk. C. H. Beck, München 2007

(Eine Kurzfassung dieser Buchbesprechung ist in der Neuen Zürcher Zeitung vom 31. Oktober 2007 erschienen.)

Adresse des Autors

Professor Dr. Friedrich Pukelsheim
 Institut für Mathematik
 Universität Augsburg
 86135 Augsburg
 pukelsheim@math.uni-augsburg.de

Friedrich Pukelsheim studierte Mathematik und Wirtschaftswissenschaften an der Universität zu Köln und der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg im Breisgau, wo er 1977 zum Dr. rer. nat. promoviert wurde und 1982 im Fach Mathematik habilitierte. Seit 1983 hat er den Lehrstuhl für Stochastik und ihre Anwendungen am Institut für Mathematik der Universität Augsburg inne.

