

MARIA GAETANA AGNESI



Diese ist die ausformulierte Fassung meines Vortrags *Maria Gaetana Agnesi und die Hexe* am 28 September 2004 im Rahmen einer Vortragsreihe für die Öffentlichkeit im Naturhistorischen Museum im Mainz (Mai 2004-September 2004).

1. Einleitung

Maria Gaetana Agnesi ist eine italienische Mathematikerin des 18. Jahrhunderts, vielleicht ist sie nicht so bekannt, aber ihr Leben ist sehr interessant. Sie ist keine typische Mathematikerin. Sie widmet nur einige Jahren ihres Lebens der Mathematik, sie ist sehr religiös und kümmert sich viel um arme und bedürftige Menschen, aber in den Jahren in denen sie Mathematik treibt, erreicht sie ein Ziel, das noch niemand gelungen war: Sie schreibt das erste vollständige Lehrbuch über die Analysis, die *Instituzioni Analitiche*. Das hatte noch niemand geschafft und ihre Ergebnis ist noch wichtiger, weil sie eine Frau ist und es in der damaligen Zeit nicht einfach für Frauen war, sich in der Wissenschaft durchzusetzen, die von Männern dominiert wurde). Das Buch über Analysis stellt den Höhepunkt ihrer mathematischen Karriere dar, deswegen werde ich mein Manuskript in drei wesentliche Teile gliedern: Das Leben von Agnesi vor dem Erscheinen des Buchs, Das Buch: Seine Inhalte und sein Erfolg, Das Leben von Agnesi nach dem Buch.

2. Das Leben von Maria Gaetana bis zu den Instituzioni

Maria Gaetana Agnesi wird am 16. Mai 1718 in Mailand geboren, im damaligen Habsburger Kaiserreich. Die Mutter von Maria Gaetana ist **Anna Fortunata (Brivio) Agnesi**, sie stirbt am 13. März 1732 nach dem Geburt des achten Kindes, als Maria Gaetana noch ein Kind ist. Der Vater **Pietro Agnesi** heiratet noch zweimal und hat insgesamt 21 Kinder, Maria Gaetana ist die älteste. Der Vater ist ein wohlhabender Textilkaufmann in Mailand, und er handelt vor allem mit der Seide. Es ist unklar, ob er Mathematikprofessor an der Universität Bologna war, so ein doppelter Beruf ist nicht unüblich für die Zeit. Sein Ziel ist, einen Adelstitel zu bekommen (er kauft ihn in 1740), deswegen hat er besonderes Interesse an der Erziehung seiner Kinder, er versucht gute Lehrer zu gewinnen und versucht seinen *Palazzo*, sein Haus, als kulturelle *Salon* zu eröffnen. Bedeutende Leute kommen regelmässig zum *Palazzo* von Pietro Agnesi, sie diskutieren über Literatur und Wissenschaft. Dabei trinken sie Schokolade im Winter und Sorbett im Sommer, etwas besonderes für die Zeit! Bald sind Maria Gaetana und ihre jüngere

Schwester Maria Teresa (1720-1795) im *Palazzo* eingeführt und unterhalten die Gäste: Maria Gaetana diskutiert über wissenschaftliche und philosophische Themen und Maria Teresa spielt Cembalo. Bald wird klar, dass Maria Gaetana für Sprachen sehr talentiert ist: sie nimmt nur passiv an einige Latein-Unterrichtsstunden eines Bruders teil, aber sie kann erstaunlich viele Kenntnisse erwerben. Als Sie 5 ist, spricht sie schon sehr gut Französisch. Im Jahr 1797 (als sie erst 9 ist!) lernt sie eine lange lateinische Rede ihrer Lehrer auswendig, sie trägt dann vor einigen Gäste vor, die beeindruckt sind. Die Rede wird veröffentlicht. Das Thema ist sehr wichtig, es geht um die Vorurteile über die Erziehung der Frauen, worüber in der damaligen Zeit viel diskutiert wird. In der Veröffentlichung, in der auch die Rede von Maria Gaetana enthalten ist, sind auch andere Beiträge über das Thema enthalten: Einige sind dafür, dass Frauen lernen und dass sie mit den Männer konkurrieren, andere halten das für ungünstig. Das kann der Struktur der Familie schaden (dies wurde in der Rede von Maria Gaetana klar abgelehnt). Mit 11 beherrscht sie Latein und Griechisch so gut, dass sie lateinische Texte spontan auf Griechisch übersetzen kann. Danach lernt sie noch Hebräisch, Deutsch und Spanisch. So dass sie *Oracolo Settelingue*, siebensprachige Orakel, genannt wird. In 1730 sind Maria Gaetana und ihre Schwester Maria Teresa in Mailand bekannt. Maria Teresa ist eine berühmte Komponistin und Spielerin (ein Portrait von Ihr hängt heute in *La Scala* und man sagt, dass die Kaiserin Maria Theresia von Österreich oft ihre Lieder gesungen hat). Auf der anderen Seite diskutiert Maria Gaetana über Philosophie und Mathematik mit den Gäste ihres Vaters und es ist genau in diesen Jahre dass Maria Gaetana anfängt, sich intensiv mit Mathematik zu beschäftigen. Sie wird von **Belloni**, einem gelehrten Mathematiker, unterrichtet; nicht nur in Mathematik, sondern auch in Philosophie und Logik. Belloni ist allerdings skeptisch eine Frau zu unterrichten, und muss erstmal seine Vorurteile überwinden. Ich werde später mehr über die mathematische Erziehung von Maria Gaetana erzählen. Im Jahr 1738, als sie 20 ist, erscheint ihre *Propositiones Philosophicae*, eine Sammlung auf Latein der Diskussionen die am *Palazzo* stattgefunden haben. Diese teilt sich in 191 Thesen von verschiedenen Inhalten, hier werde ich mich nicht damit beschäftigen, denn ich bin an den *mathematischen Aspekten*

des Lebens von Maria Gaetana interessiert. Schon in den *Propositiones* stellt man fest, dass die Mathematik eine wichtige Rolle für Maria Gaetana spielt: *Sie trägt zum einen unmittelbar zum sicheren Gang der naturwissenschaftlichen Disziplinen bei und zum anderen in der Reflexion auf ihre Methode, können wissenschaftstheoretische und logische Erkenntnisse gewonnen werden.* Besonders wichtig ist dann für sie die Geometrie, die sie zur unbedingten Voraussetzung für das philosophische Studium erklärt. Die Thesen handeln auch von Physik und von Gott. Das Buch widmet sie Belloni, den sie lobt als denjenigen, der sie viel unterstützt und ihr geholfen hat. Er ist sicherlich ein sehr wichtiger Lehrer für Maria Gaetana, die allerdings auch sehr autodidaktisch lernt.

Im Jahr 1739 ist der Palazzo Agnesi der Mittelpunkt des sozialen Lebens in Mailand. Von zwei Treffen im Palazzo Agnesi wird in der damaligen Zeit berichtet: Über das Treffen am **17.7.1739** erzählt der bekannteste französische Italienreisende des 18. Jahrhunderts **Charles De Brosses**(1707-1777) (er interessiert sich für alles, Naturwissenschaft und Geisteswissenschaft und er reist viel in Italien) in seinem *Lettres sur l'Italie*: Maria Gaetana sitzt zusammen mit der Schwester in der Mitte von Gästen aus ganzen Europa am Palazzo, *sie ist ein junges Mädchen mit hübschen, frischen Farben, zwischen achtzehn und zwanzig, nicht hübsch, nicht häßlich, von schlichtem und sanften Wesen.* Sie diskutiert über wissenschaftliche Themen, u.a. über die Ursache von Ebbe und Flut, mit Belloni und Anderen *jeder sprach zu ihr in der Sprache seines Landes, und jedem gab sie in seiner Muttersprache Antwort.* De Brosses ist sehr beeindruckt, dass sie so jung, aber so kompetent ist, sie scheint sehr an der Philosophie von Newton zu hängen. Er beschreibt sie sogar als *schöner als der Dom von Mailand.* Das zweite Treffen, über das erzählt wird, findet am **1.12.1739** statt. Ein Adliger besucht den Palazzo Agnesi. Die Schwestern Maria Gaetana und Maria Teresa, die sich noch auf dem Lande aufhalten, müssen gleich zurück, um in Anwesenheit des hohen Herrn über die Ursache der Planetenbewegung und die Natur der Farben zu diskutieren, bzw. zu musizieren. Über das Ereignis wird sogar in *La Gazzetta di Milano*, die Zeitung von Mailand, erzählt. Der Vater ist sehr stolz

auf seine talentierte Tochter und an diesen Abenden wird sie wie eine *Zirkusattraktion* vorgeführt. Aber Maria Gaetana mag die Rolle des Wunderkindes nicht, je berühmter sie wird, um so unglücklicher ist sie. Das intensive Lernprogramm, das der Vater für sie will und die häufigen Diskussionen sind sehr anstrengend, so dass sie oft an schlimmen Nervenkrisen leidet, sie sollte sogar immobilisiert werden, um sie sich nicht zu verletzen. Sie sagt de Broses, dass die Diskussionen ihr Leid sind, während einiger der Hörer interessiert sind, sind die meisten gelangweilt. Maria Gaetana entscheidet sich also im Jahr 1740 ins Kloster zu gehen. Als De Broses es erfährt, ist er sehr enttäuscht, denn die Familie hat es nicht nötig (bei armen Familien war es üblich, die Kinder ins Kloster zu zwingen). Ihre Entscheidung ist ein schwerer Schlag für den Vater, er verfolgt noch seine egoistischen Ziele und will nicht seine Wunderkinder Maria Gaetana und Maria Teresa verlieren. Andere Gründe hat er nicht, denn er erlaubt zwei anderen Töchtern ins Kloster zu gehen. Maria Gaetana verzichtet also auf ihrem Plan, um dem Vater zu gefallen, aber sie stellt drei Bedingungen: 1. Sie darf in die naheliegende Kirche S. Nazario gehen, wann sie will; 2. Sie will sich einfach kleiden; 3. Sie will an keinen gesellschaftliche Ereignissen (Bälle, Theater, usw.) mehr teilnehmen. Aber sie stimmt zu, manchmal an den Diskussionen am Palazzo teilzunehmen. Maria Gaetana wird nie heiraten, sie nutzt ihre Zeit um Mathematik zu lernen, und nach dem Tod der Mutter, kümmert sie sich um die Geschwister und um das Haus. Maria Teresa wird erst nach dem Tod des Vaters, im Jahr 1752, heiraten, was nochmal den Egoismus des Vaters bezeugt, der seine begabten Kinder nicht verlieren will.

3. Mathematische Erziehung und die *Instituzioni analitiche*

Maria Gaetana fängt sehr früh an, sich mit Mathematik zu beschäftigen, etwa um 1730. Um 1735 studiert sie die *Traité Analytique des Sections Conique* des französischen Mathematikers **Guillame Marquis de l'Hôpital** (1661-1704) (er ist bekannt wegen der Regel von de l'Hôpital, um den Grenzwert von Brüchen zu berechnen, wenn Nenner und Zähler beide in einem Punkt gegen Null gehen). Sie will einen Kommentar darüber schreiben, um einige Unklarheiten zu erläutern.

Aber sie wird ihr Ziel nie erreichen, bald wird sie sich einem anspruchsvolleren und für sie wichtigerem Projekt widmen: ein Lehrbuch für die Analysis zu schreiben, die *Instituzioni analitiche*. Ich werde gleich mehr darüber erzählen. Ich habe schon **Belloni** als Lehrer von Maria Gaetana erwähnt. Er hat eine sehr wichtige Rolle in ihrer Erziehung gespielt, wie die Widmung der Propositiones Philosophicae an ihn bezeugt. Maria Gaetana hat einen sehr intensiven Briefwechsel mit ihm, er wird von einigen Historikern mit dem Briefwechsel zwischen Sophie Germain und Gauss verglichen. Aber es besteht ein grosser Unterschied: Gauss antwortet Sophie Germain oft nicht, weil er keine Lust hat; Belloni kann bald die Fragen von Maria Gaetana nicht mehr beantworten, denn sie sind zu schwierig für ihn. Das Verhältnis zwischen Maria Gaetana und Belloni ändert sich bald, am Anfang ist es wie zwischen Schülerin und Lehrer, später wird es ebenbürtig. Bald fragt Maria Gaetana andere Mathematiker. Der wichtigste Lehrer Maria Gaetana ist der Monch **Ramiro Rampinelli**. Bevor er nach Mailand geht, wo er oft am Palazzo ist, ist er Dozent in Rom und Bologna. Seit 1740 unterstützt er Maria Gaetana sehr, er ist von den Fähigkeiten Agnesis beeindruckt. Andererseits erkennt Agnesi die grosse Hilfe an, die sie von Rampinelli bekommen hat, sie bedankt sich bei Ihm im Vorwort der *Instituzioni analitiche*: *Io lo so per prova, ed ingenuamente il confesso, mentre con tutto lo studio ch'io mi sono sforzata di fare da me medesima sostenuto dalla piu' forte inclinazione per questa scienza, mi troverei tuttavia intricata nel gran labirinto d'insuperabili difficulta', se tratta non me n'avesse la sicura guida, e saggia direzione del dottissimo Padre Don Ramiro Rampinelli [...], a cui mi riconosco altamente debitrice di tutti que' progressi (quali essi sieno) de' quali e stato capace il mio picciol talento*, hier lobt sie Rampinelli sehr und unterschätzt sich selbst, sie spricht nicht über die eigene Mühe und Anstrengung. Aber das wäre für eine Frau in der damalige Zeit nicht angebracht gewesen. Es scheint auch, dass Maria Gaetana unter Rampinellis Einfluss auf ihr erstes Ziel verzichtet, einen Kommentar über das Werk von de l'Hôpital zu schreiben, um sich der Verwirklichung eines Lehrbuchs über die Analysis zuzuwenden. Man sagt auch, dass sie die *Instituzioni* erst als Lehrbuch für ihre Brüder schreiben wollte, dann ist ihr Ziel ernster geworden. Im Jahr 1745 schreibt Maria Gaetana dem Mathematiker **Riccati**, um einen Kommentar über

die *Instituzioni* zu bekommen. Er antwortet schnell und im Jahr 1747 fängt Maria Gaetana das Buch *Instituzioni analitiche ad uso della gioventu' italiana* (= *Analytische Gesetze für die italienische Jugend*) am Palazzo zu drucken. Mit der Hilfe des Vaters, der sehr stolz auf die Tochter ist, lässt sie die notwendigen Werkzeuge zum Drucken ins Palazzo transportieren. Im Jahr 1748 erscheinen die *Instituzioni analitiche*. Bevor ich über den Erfolg des Buchs rede, werde ich die Ziele und die mathematischen Inhalte beschreiben.

4. Die Ziele und der Inhalt der *Instituzioni analitiche*

Unter Rampinelli lernt Maria Gaetana das Buch *Analyse démontrée* (1708) des französischen Priesters **Charles Reynau** (1656-1728) kennen. Das Buch wird mehrmals gedruckt, aber es ist nicht so bekannt und nicht sehr anerkannt. Das Buch ist ähnlich wie das Buch von de l'Hôpital über Kegelschnitte und sollte eine Einführung in die Analysis bieten. Der bekannte französische Mathematiker **d'Alembert** (1717-1783) studiert das Buch, aber er empfiehlt es nicht als Grundlage für die Analysis und andere Mathematiker sagen, dass es die hohen Ansprüche eines Lehrbuchs nicht erfüllt. Maria Gaetana äussert sich nicht so kritisch (sie ist eine Frau und sie darf es nicht!), und sagt nur, dass seitdem Reynau das Buch geschrieben hat, so viele Fortschritte in der Analysis gemacht worden sind, dass man neue Bücher braucht. Die Ergebnisse sind in verschiedene Zeitschriften erschienen und es fehlen Bücher, die sie alle sammeln und erklären, das ist das Ziel von Maria Gaetana. Sie liest auch das Buch *Analyse des infiniment petits pour l'intelligence des lignes courbes* (1696) von de l'Hôpital, dieses beschäftigt sich nur mit der Differentialrechnung, hier gibt es also noch einen größeren Nachholbedarf. Diese beiden Bücher sind bis zum Erscheinen der *Instituzioni* die einzigen Lehrbücher.

Die Sprache, welche Maria Gaetana für ihr Buch wählt, ist Italienisch, das ist sehr untypisch für die Zeit. *Le Instituzioni* ist eines der ersten Bücher in dieser Sprache, und es wird von der *Accademia della Crusca* benutzt um ihr Wörterbuch zu vervollständigen. Diese Institution wurde im Jahr 1583 gegründet, und ihr Ziel ist die Wörter der italienischen Sprache in einem Wörterbuch zu sammeln. Die Wörter kommen meistens aus dem damaligen Dialekt von Florenz, dem *Fiorentino*. Der Stil, in dem Maria Gaetana die Mathematik erklärt ist neu. Sie erklärt

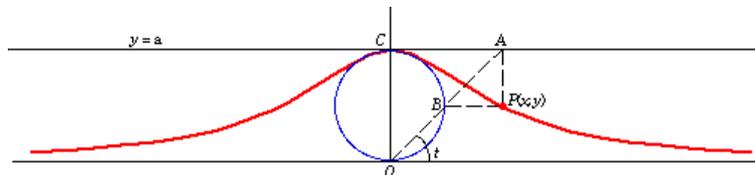
abstrakte mathematische Begriffe mit Beispielen, und zwar mit Beispielen aus dem Alltagsleben. Zum Beispiel erklärt sie positive und negative Zahlen mit Guthaben und Schulden, oder als einfache Anwendung algebraischer Gleichungen und Gleichungssysteme stellt sie zum Beispiel die Aufgabe: *sia una certa somma di soldi da distribuirsi a certi poveri, ed il numero de' soldi sia tale, che per darne tre a ciascun povero ne manchino otto, e dandone due ne avanzino tre; si cerca il numero de' poveri, e de' soldi*, genauso erklärt sie die Rechnung mit exponentiellen Grössen, die Lösungen von Differentialgleichungen, die Infinitesimalrechnung, usw. Sie gibt aber keine Anwendungen in der Physik an, auch wenn sie besondere algebraischen Kurven beschreibt, gibt sie keine physikalische Anwendung, denn ihr erstes Ziel sind die Ergebnisse der Algebra und Analysis zu benutzen, um geometrische Probleme zu lösen, (die Rolle der Geometrie ist für sie sehr wichtig). Sie trifft mit Absicht diese Entscheidung und nicht, weil sie nicht die erforderliche Kenntnisse hat.

Die *Instituzioni* sind in zwei Bände gegliedert, der erste Band ist über endliche Analysis, der zweite Band behandelt die Differentialrechnung, die Integralrechnung und die Differentialgleichungen. Im ersten Buch werden insbesondere einige algebraischen Kurven diskutiert, und es werden verschiedene Konstruktionen für die Kurven gegeben: 1. Erst wird die Gleichung angegeben und dann die Kurve gezeichnet (als geometrischer Ort), 2. Die Kurve wird mit Hilfe einiger Kurven niedrigeren Grades beschrieben. Diese zwei Beschreibungen werden auch für die Kurven *Zissoide* des Diokles und *Konchoide* des Nikomedes gegeben. Ich werde im folgenden das Verfahren für die sogenannte *Verisiera* von Agnesi erklären.

Diese Kurve war schon vor Maria Gaetana bekannt, der italienische Camaldulenser-Mönch **Grandi** (1671-1742) (Mathematiker der Gran Duca von Toscana und Professor in Pisa) und der Französe **Fermat** (1601-1665) (bekannt insbesondere für sein letztes Theorem: Die Gleichung $x^n + y^n = z^n$ hat keine ganzzahligen Lösungen für $n > 2$. Das Theorem wurde in den letzten Jahren von Andrew Wiles bewiesen.) zitieren diese Kurve, aber keine von den beiden beschäftigt sich ernsthaft mit ihr, sie wurde bekannt als die Kurve von Agnesi, denn sie hat sich als erste eingehend damit beschäftigt. Der Name wird der Kurve von Grandi gegeben, denn sie sieht wie eine gedrehte Sinus-Kurve

aus, *versiera* kommt aus dem Latein: *vertere* bedeutet drehen. Die Kurve ist auch unter dem Namen *the Witch*, die Hexe, von Agnesi bekannt. Das hat nichts mit Hexen zu tun, sondern ist das Ergebnis einer falschen Übersetzung: Le Instituzioni werden auf Englisch in 1760 von **Colson** übersetzt und er übersetzt *la versiera* mit *l' avversiera*=*die Braut des Teufels*, also übersetzt er *the Whitch*, die Hexe. Ich werde jetzt auf zwei verschiedenen Weisen die Konstruktion der Hexe nach Agnesi angeben.

1) Mit Hilfe eines Kreises und einer Gerade. In einem Koordinatensystem sei ein Kreis mit Durchmesser OC , $O = (0,0)$, $C = (0,a)$ gegeben, wie im Bild



Konstruktion der Hexe

Sei $y = a$ die Tangente an den Kreis in C , und sei A ein Punkt auf dieser Gerade. Sei B der Schnittpunkt der Strecke AO mit dem Kreis und sei $P(x, y)$ der Schnittpunkt der parallelen Gerade zur x -Achse durch B mit der parallelen Gerade zur y -Achse durch A . Gesucht ist die Gleichung, die die Punkte $P(x, y)$ erfüllen wenn A auf der tangen- ten Gerade variiert. Der Kreis hat Mittelpunkt $(0, a/2)$. Die Winkeln $\hat{A}BP$ und $\hat{B}AC$ sind gleich, also sind die rechtwinklige Dreiecke ABP und AOC ähnlich (d.h sie haben alle die gleichen Winkeln) und es gilt für die Länge der Strecken:

$$\frac{\overline{AP}}{\overline{BP}} = \frac{\overline{OC}}{\overline{AC}}.$$

Das ist äquivalent zu der folgenden Relation:

$$(1) \quad \overline{AP} \cdot \overline{AC} = \overline{OC} \cdot \overline{BP}.$$

Die Längen der Strecken sind

$$\frac{\overline{AP}}{\overline{AC}} = a - y, \quad \frac{\overline{OC}}{\overline{BP}} = a, \\ \frac{\overline{AC}}{\overline{BP}} = x, \quad \frac{\overline{BP}}{\overline{BP}} = x - x_B,$$

wobei $B = (x_B, y)$. Wir setzen in (1) ein und bekommen:

$$(a - y)x = a(x - x_B).$$

Das gibt

$$(2) \quad x_B = \frac{yx}{a}.$$

Wir berechnen jetzt x_B . Die Gleichung des Kreises ist

$$(x - 0)^2 + \left(y - \frac{a}{2}\right)^2 = \frac{a^2}{4},$$

also $x^2 + y^2 - ay = 0$. Für einen Punkt auf dem Kreis gilt also $x = \pm\sqrt{ay - y^2}$, und da B auf dem Kreis liegt, haben wir $x_B = x$. Wir quadrieren (2) und bekommen

$$ay - y^2 = x_B^2 = \frac{y^2 x^2}{a^2} a^3 y - a^2 y^2 = y^2 x^2$$

und so bekommt man die Gleichung der Hexe:

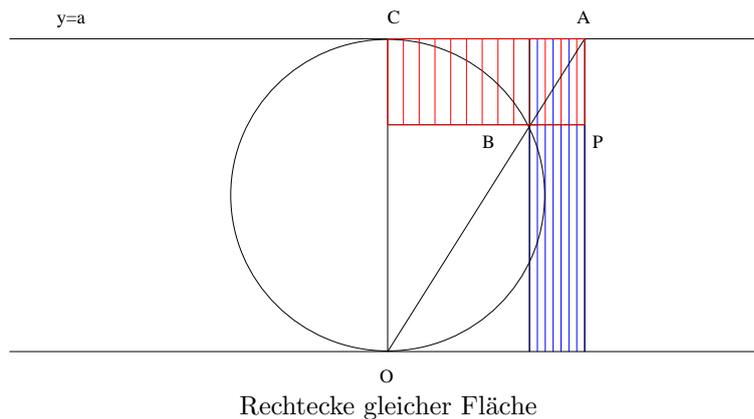
$$y(x^2 + a^2) = a^3.$$

Mit Hilfe von (1) kann man die Gleichung anders beschreiben, und zwar als:

2) Menge der Punkte P , so dass

$$\overline{AP} \cdot \overline{AC} = \overline{OC} \cdot \overline{BP}.$$

Das heisst, die Fläche der zwei Rechtecke, die im Bild unten gezeichnet sind, bleibt die gleiche, auch wenn A variiert.



Die Kurve von Agnesi wurde schon von den Mathematikern **Gregory** (1638-1675), **Newton** (1643-1727) und **Leibniz** (1646-1716) in der Form der speziellen Gleichung:

$$y(1 + x^2) = 1, \text{ also } y = \frac{1}{1 + x^2}$$

untersucht. Diese Gleichung hat eine spezielle Bedeutung: Im Jahr 1673 findet Leibniz beim Verwenden dieser Gleichung eine Formel für π , auf die folgenden Weise. Es gilt die bekannte Formel:

$$\arctan(x) = \int_0^x \frac{1}{1+t^2} dt$$

Wenn man die Potenzreihenentwicklung betrachtet, bekommt man:

$$\frac{1}{1+t^2} = 1 - t^2 + t^4 - t^6 + \dots$$

und durch integrieren:

$$\arctan(x) = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots$$

Für $x = 1$ erhält man:

$$\frac{\pi}{4} = \arctan(1) = 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \dots$$

und so eine Formel für π :

$$\pi = 4 - \frac{4}{3} + \frac{4}{5} - \frac{4}{7} + \dots$$

Bevor ich mich mit dem Erfolg der *Istituzioni* beschäftige, gebe ich noch ein Beispiel an, wie Maria Gaetana Agnesi mit einfachen Wörter Maxima und Minima einer Kurve erklärt. Sie schreibt dazu in den *Istituzioni*:

Man betrachte eine beliebige Kurve, deren Ordinaten parallel zueinander stehen. Wenn die Abszisse BC stetig wächst, wächst auch die Ordinate CG bis zu einem bestimmten Punkt E, und nach diesem Punkt wird sie kleiner oder sie ist keine Ordinate mehr. In diesem Fall heißt die Ordinate EF das Maximum.



Maximum und Minimum

5. Rezeption und Übersetzungen der *Istituzioni*

Maria Gaetana war schon vor dem Erscheinen der *Istituzioni* bekannt, so dass der Präsident der *Accademia delle Scienze di Bologna*,

Beccari sie oft über die Beurteilung von Akademieschriften fragt und ihr die Auszeichnung erteilt kurz vor dem Erscheinen der *Instituzioni* (in 1747) in die *Accademia* aufgenommen zu werden. Mit den *Instituzioni* erreicht Maria Gaetana den Höhepunkt ihrer mathematischen Karriere. Das Buch enthält keine neue Ideen, aber es ist eine sehr gute und vollständige Sammlung der damaligen Ergebnisse der analytischen Geometrie und Analysis. Die *Academie des Sciences de Paris* (Eine in 1666 mit dem Ziel die Wissenschaft zu entwickeln, aber auch um wissenschaftliche Arbeiten zu beurteilen, gegründete Institution, sie ist in zwei großen Bereichen geteilt: Mathematik und Physik) äußert sich 1749 sehr positiv: *Nous le regardons comme le traite le plus complet, et le mieux fait qu'on ait en ce genre*, also die *Instituzioni* seien das beste Werk in dieser Art, das bis jetzt gemacht worden ist. Sie wäre mit Sicherheit in die *Academie des Sciences de Paris* aufgenommen worden, wenn es für eine Frau möglich gewesen wäre. Auch die Mitglieder der *Accademia delle Scienze die Bologna* äussern sich sehr positiv darüber und auch **Papst Bendikt XIV** auch. Er ist an Wissenschaft sehr interessiert, auch wenn nicht besonders in der Mathematik ausgebildet. Er sagt allerdings, dass das Buch für die Weiterentwicklung der Mathematik sehr wichtig ist, und es bringe Italien und der *Accademia* Ehre, von der sie Mitglied ist, (Der Papst kommt selbst aus Bologna, es ist also eine besondere Freude für ihn). Er schenkt Maria Gaetana eine Krone mit wertvollen Steinen und eine goldene Medallie. Die Kaiserin **Maria Theresia von Österreich**, der das Buch gewidmet ist, schenkt ihr einen Kristallschatulle mit wertvollen Edelsteinen und einen Ring. In einem Brief am 10. Septemeber 1750 empfiehlt der Papst sie als *lettrice onoraria di analisi*, Honorarprofessorin für Analysis, an der Universität Bologna. Die *Accademia* gibt ihr dann die *Cattedra di Pubblico Lettore di Matematica* am 5. Oktober 1750. Bologna war damals Teil des Kirchenstaats, das Interesse des Papsts ist den Einfluss der Kirche auf die Universitäten zu verstärken. Maria Gaetana wird die Stelle in Bologna nie annehmen, auch wenn viele Mathematiker der *Accademia* sie gerne dort haben wollen. In 1750 sind die Ziele von Maria Gaetana schon andere.

Le *Instituzioni* wird 1775 auf Französisch übersetzt und 1760 von **Colson** auf Englisch, die Übersetzung erscheint allerdings erst im Jahr 1801. In der englischen Übersetzung erscheint, wie vorher erklärt, der

Name *The witch of Agnesi*. Man soll nicht vergessen, dass in der gleichen Zeit der Schweizer Mathematiker **Leonhard Euler** (Basel 1707-St. Petersburg 1783) (der produktivste jemals lebende Mathematiker, er hat Kontakte mit den Bernoullis, er liefert viele Beiträge zur analytischen Geometrie, Analysis und Zahlentheorie, er führt die Notation $f(x)$ für eine Funktion ein) sein *Introductio in analysin infinitorum* (1748) schreibt. Zusammen mit zwei späteren Büchern in 1755 und 1770, schreibt er ein Werk von 3300 Seiten über Analysis mit dem gleichen didaktischen Zweck wie Maria Gaetana. Das bestätigt die Notwendigkeit, Bücher mit diesem Ziel zu schreiben. Das Buch von Euler übertrifft die Arbeit von Maria Gaetana, denn neben schon bekannten Ergebnissen, stellt neue Ideen dar. Man sagt, dass das Buch von Euler ist für die Analysis, was die *Elementa* von *Euclid* für die Geometrie sind. Das Wert der *Instituzioni* wird allerdings dadurch nicht gemindert, das Buch von Maria Gaetana ist schon 1748 vollständig, 20 Jahren bevor das Buch von Euler fertig ist. Die Übersetzungen des Buch von Maria Gaetana erscheinen erst nach dem Buch von Euler. Der Mathematiker **Lagrange** (Turin 1736-Paris 1813) (er liefert Beiträge zur Analysis und Mechanik) erwähnt das Buch von Maria Gaetana unten den Büchern, die er vollständig gelesen hat. Also hat Maria Gaetana beigetragen, gute Mathematiker auszubilden.

Maria Gaetana wird nicht nur in der akademischen Umgebung bekannt, sondern auch ausserhalb. **Carlo Goldoni** (1707-1793), ein bekannter Schriftsteller aus Venedig, erwähnt in seiner Komödie *Il medico olandese*, der Holländische Arzt, (1756) die *Instituzioni* von Maria Gaetana: *stupitevi piuttosto che con saper profondo prodotto abbia una donna un si gran libro al mondo. E' italiana l'autrice, signor, non e' olandese, Donna illustre, sapiente, che onora il suo Paese*, also: als berühmte, weise Frau, die ihrem Land Ehre bringt, wird Maria Gaetana beschrieben. Eine Kanadische Komponistin, Elma Miller hat in den letzten Jahren ein Werk darüber geschrieben: *The witch of Agnesi*, für Klarinette, Horn, Schlagzeuge, Viola, und Kontrabass. Sie wurde im Oktober 1989 das erste Mal aufgeführt.

6. Das Ende der Mathematischen Karriere

Wie schon angekündigt, akzeptiert Maria Gaetana nicht die Stelle in Bologna, und nach dem Tod des Vaters 1752 verlässt sie endgültig

die Mathematik. Sie verzichtet auf alle ihre Rechte auf das Erbe, um stattdessen jedes Jahr Geld zu bekommen, um bedürftigen Frauen zu helfen. Sie verkauft sogar die Geschenke des Papsts und von Maria Theresia von Österreich, um Geld für arme Leute zu bekommen. Sie wird allerdings nie eine Nonne. Im Jahr 1759 verlässt sie das Palazzo und zieht in ein einfacheres Appartement um. Im Jahr 1771 wird das *Pio Albergo Trivulzio* eröffnet, um armen Leuten zu helfen. Der Erzbischof von Mailand bietet ihr an, Direktorin der weiblichen Abteilung zu werden, und sie akzeptiert. Maria Gaetana ist nicht mehr mathematisch aktiv, und den Mathematikern, die sie noch nach Beurteilungen fragen, antwortet sie, ihre neue Aufgabe nehme ihre ganze Zeit in Anspruch. Im Jahr 1783 zieht sie ins Pio Albergo Trivulzio um, um in der Nähe der armen Leute zu sein. Sie stirbt dort im Januar 1799 an einer Lungenentzündung. Die Autoritäten Mailands werden nicht auf das Tod von Maria Gaetana aufmerksam und sie wird in einem Armengrab am Rand der Stadt Mailand begraben (wie sie sich wünschte, also nicht im Grab der Familie). In den letzten Jahren ihres Lebens erklärt sie den wenigen Leuten, mit denen sie noch Kontakt hat, ihre Entscheidung: Sie hat ihr Buch, *le Istituzioni*, geschrieben um anderen zu helfen und um dem Vater zu gehorchen. Jetzt hat sie einen besseren Weg gefunden, um Gott zu dienen *Ora, cessando questa (volontá del padre) trovo mezzi e modi migliori per servire Dio e giovare al prossimo, a questi devo e voglio appigliarmi*. Allerdings erklärt das nicht ganz die Entscheidung von Maria Gaetana: Der Vater hat sicherlich eine wichtige Rolle gespielt, andererseits trotz aller Anerkennung war es nicht einfach für eine Frau, Mathematikerin zu sein. Vielleicht hat sie auch deswegen damit aufgehört.

Andererseits scheint Mathematik für Maria Gaetana nicht der Höhepunkt ihres Lebens gewesen zu sein. Sie treibt Mathematik nur für eine relativ kurze Zeit, etwa 20 Jahre, dann widmet sie sich vollständig bedürftigen Mitmenschen.

Heute kann man in Mailand eine Strasse mit ihrer Name finden und auch in der *Biblioteca Ambrosiana* gibt es eine Büste von ihr.

LITERATUR

- [K] U. Klens, *Mathematikerinnen im 18. Jahrhundert: Maria Gaetana Agnesi, Gabrielle-Emile DuChatelet, Sophie Germain. Fallstudien zur Wechselwirkung von Wissenschaft und Philosophie im Zeitalter der Aufklärung*, Frauengeschichte, Centaurus 1994.
- [M] M. Mazzotti, *Maria Gaetana Agnesi, Mathematics and the making of the Catholic Enlightenment*, Isis 2001, 92:657-683.
- [O] L.M. Osen, *Women in Mathematics*, the MIT Press 1922.
- [TS] *Maria Gaetana Agnesi: scienziata e quasi monaca, una grande matematica italiana*, Tuttoscienze, La Stampa, 24 febbraio 1999.