

VORTRAG FÜR DIE LEHRERFORTBILDUNGSTAGUNG 2003
gehalten von Prof. i. R. OStR. Mag. Dr. Gerhard Lindbichler am 25. 04. 2003

1. ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN:

WIEN HAT EIN NEUES WAHRZEICHEN: Das HAUS DER MATHEMATIK (HDMA)

Bezüglich der Mathematik gibt es im Wesentlichen nur einen rational vertretbaren Standpunkt, nämlich den von **Norbert Wiener**, dem Begründer der Kybernetik: „*Mathematik ist ein Teil unseres Kulturgutes, und wir haben die Aufgabe unsere Mitmenschen in die Geheimnisse der Mathematik einzuweißen.*“ [4] Dieser Standpunkt war für mich bereits 1997 der Denkansatz für die Errichtung eines HAUSES DER MATHEMATIK (HDMA). Dieses Vorhaben wurde von Anfang an von **Manfred Kronfellner** (TU-Wien) unterstützt. Aus dieser Idee entwickelte ich ein Konzept und schließlich das Projekt HDMA, das vergleichbar ist mit einem Pentagramm das von fünf Säulen getragen wird.

MUSEUM ERLEBNISWELT WISSENSCHAFT BILDUNG UMGEBUNG

Für die Umsetzung dieses Projekts wurden allgemein nachfolgende Überlegungen angedacht:

Mathematik ist Grundlage und Notwendigkeit für den reibungslosen Ablauf unseres täglichen Lebens, sei es bei der Bewältigung oder Optimierung von Problemen in **unserer Berufswelt, in Forschung, Wissenschaft, Technik, Wirtschaft, Politik, Sport, Kultur, Medizin, Schule, Studium, Freizeit usf.** Trotzdem ist Mathematik in unserer Gesellschaft, meist durch negative Erfahrungen im Schulbereich bedingt, eher unbeliebt.

Prinzipiell sieht das **HAUS DER MATHEMATIK** seine Aufgabe darin, einen anderen Stellenwert der Mathematik in unserer Gesellschaft zu erwirken. In einer angenehmen und anregenden Atmosphäre können aktiv oder passiv Erkenntnisse und Phänomene der reinen und anwendbaren Mathematik erlebt werden. Nach Verlassen des Hauses soll der Besucher eine positive Einstellung, wenn nicht schon vorhanden, zur Mathematik haben. Ebenso besteht die Möglichkeit, Schülern, Studenten, Lehrern und mathematisch interessierten Personen Hilfe für die Beantwortung einschlägiger mathematischer Fragestellungen oder Probleme anzubieten. In eigenen Räumen werden anhand spezieller Videofilme oder Computerprogramme Teilgebiete der Mathematik zeitgemäß nahe gebracht.

Aber neben der Popularisierung der reinen und anwendbaren Mathematik hat sich das HDMA auch die Aufgabe gestellt, eine Zusammenführung, Präsentation und Konservierung historischer mathematischer Bücher und Gebrauchsgegenstände (u. a. Rechenmaschinen) durchzuführen. Neben der internationalen wird vor allem die **österreichische** Mathematik besonders gewürdigt. Bestärkt wird letztere Intention u. a. durch den legendären Brief, den der weltbekannte Wissenschaftler **Oskar Morgenstern** am 25. Oktober 1965 an den damaligen österreichischen Außenminister Dr. Bruno Kreisky schrieb:

„Es besteht kein Zweifel darüber, dass Kurt Gödel der größte lebende Logiker und Mathematiker der Welt ist; ja Gelehrte vom Rang eines Hermann Weyl und John von Neumann haben erklärt, dass er ohne Zweifel der größte Logiker seit Leibniz, besser noch seit Aristoteles, ist. Es gibt wohl in der gesamten Geschichte der Universität Wien niemanden, der an ihr gelehrt hat, dessen Name den Gödelschen überstrahlt. (...). Einstein sagte einmal zu mir, dass ihm seine eigene Arbeit nicht mehr viel bedeute und dass er lediglich ins Institutsgebäude käme, um das Privileg zu haben, mit Gödel zu Fuß nach Hause gehen zu dürfen. Hätte Frankreich einen so bedeutenden Logiker und Mathematiker wie den Österreicher Kurt Gödel, dann würden alle Glocken von Notre Dame einen ganz Tag lang läuten.“ [4]

Weiters wird eine Zusammenarbeit mit anderen Projekten und Institutionen nicht nur angestrebt, sondern auch bereits durchgeführt: **ADUCATION, AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN, GECKO-ART, ÖMG; PÄDAGOGISCHE AKADEMIEN** (Wien; Baden), **PÄDAGOGICUM, SCIENCEWEEKAUSTRIA, SSR-Wien, UNIVERSITÄTEN** (Innsbruck, Klagenfurt, Linz, Salzburg, Wien), **TM** (Wien).

Die Homepage des HDMA (www.hausdermathematik.at) wird in einem Vierjahresprojekt von SchülerInnen des BG-Babenbergerring-Wr. Neustadt, unter der Leitung von **Günter Schödl**, erstellt. Dadurch wird ein erster Schritt der Popularisierung der Mathematik für Jugendliche gesetzt, da diese bei der freiwilligen Gestaltung der Webseiten in verschiedene Ebenen der Mathematik eindringen.

Am 28. Februar 2003 wurde das HDMA, teilweise gesponsert durch den Stadtschulrat von Wien, von Stadtschulratspräsidentin Susanne Brandsteidl und Herrn LSI Wolfgang Wurm feierlich, in Anwesenheit der Bezirksvorsteherin des 4. Bezirks (Wieden) Susanne Reichard, eröffnet. Unter den Ehrengästen befanden sich Bezirksschulinspektoren und Vertreter des SSR für Wien, Universitätsprofessoren, Direktoren aus verschiedenen Schulen der Umgebung, Professoren von Pädagogischen Akademien, Studenten, Schüler, Privatpersonen, Medienvertreter und Sponsoren.



(von links nach rechts): SSR-Präsidentin Susanne Brandsteidl, Gerhard Lindbichler, Maria Koth, LSI Wolfgang Wurm, Vertreterin des SSR, BSI Norbert Zirbs, Manfred Kronfelner

Dem HDMA stehen derzeit 4 Räumlichkeiten (250 m²) für eine permanente Präsentation zur Verfügung:

1. Raum: „Raum Viectoris und Österreichische Mathematik“

Bei der derzeitigen Präsentation werden als Schwerpunkt **81** persönliche und wissenschaftliche Exponate des weltberühmten österreichischen Mathematikers **Leopold Viectoris** (u. a. *Schleppe nach Viectoris*, Entwürfe zur *Algebraischen Topologie* [7], Berechnungen zur *Schifichtigkeit*) gezeigt. Alle Exponate wurden von Frau *Magdalena Viectoris* dem HDMA zur Verfügung gestellt.

Auf einem 6 m x 3 m großem Tuch (gestaltet von der Künstlerin *Elisabeth Mantler*) werden weiters berühmte österreichische Mathematiker des 20. und 21. Jahrhunderts angedacht. Die Liste stellt keinen Anspruch auf Vollkommenheit und kann stets erweitert werden:

ARTIN, BLASCHKE, ESCHERICH, GÖDEL, GRÖBNER, GROSS, GRUBER, HAHN, HELLY, HLAWKA, HOFREITER, MENGER, MERTENS, NIEDERREITER, RADON, SCHREIER, SCHMIDT, SCHMETTERER, SIGMUND, STOLZ, TIETZE, VIOTORIS, WIRTINGER, WITTGENSTEIN, ZINDLER

Ein Großteil der oben zitierten Mathematiker wird bereits, meist sehr ausführlich, auf der Homepage (MUSEUM) mit LEBENS LAUF, MATHEMATISCHE LEISTUNGEN und LITERATUR dargestellt.

Im „Fotoalbum der österreichischen Mathematik“ (Tafel: 3 m x 1,6 m) werden teilweise kaum veröffentlichte Fotos gezeigt. Beispiele dafür sind:



Leopold Vietoris mit 70 Jahren



Leopold Schmetterer mit 30 Jahren

2. Raum: „Erlebniswelt“

In diesem Raum (ca. 80 m²) ist es vor allem Kindern und Jugendlichen (9 – 18 Jahre) möglich über persönliche experimentelle Entdeckungen einen Zugang zu mathematischen Fragestellungen und ihrer Beantwortung zu finden. Unter dem Motto **„Nicht Berühren verboten“** gibt es eine Mathematik zum Anfassen. Erkenntnisse in der Erlebniswelt können so zu einem besseren Verständnis einiger Grundzüge der Mathematik führen. 20 Spiel- und Knobeltische [2], [3], Funktionsdarstellungen [5], sowie 4 (demnächst 6) Computer (mathematische Animationen und Computerspiele) erwarten Jugendliche wie Erwachsene. Ein Höhepunkt der Präsentation für Kinder zwischen 9 und 12 Jahren ist eine monatliche Vorführung des **Hopplators**, einem „lebenden“ Taschenrechner von „gecko-art“.



3. Raum: „Bildungszentrum, Wissenschaftszentrum, Umgebung“

Ergänzend zum traditionellen mathematischen Schulunterricht und auch für Studenten für das Lehramt Mathematik an Universitäten und Pädagogischen Akademien werden laufend fächerübergreifende Projekte unter Betreuung entsprechender Fachleute ausgearbeitet. Dieses Bemühen wird neben der im HDMA vorhandenen entsprechenden Fachliteratur mittels mathematischer Videofilme, Software und Internetangeboten unterstützt. Ebenso soll es in diesem Bereich für Unterrichtende der Mathematik möglich sein, in organisierten Vorträgen und Gesprächsrunden Erfahrungen auszutauschen. Als ein Schwerpunkt der momentanen Präsentation wird die Benachteiligung von Mädchen und Frauen beim Unterricht und dem Studium der Mathematik am Anfang des 20. Jahrhunderts aufgezeigt. Eine thematisch andere Ausstellung zeigt den Einfluss der Politik auf die Mathematik im „3. Reich“.

Aus dem Bereich „Wissenschaftszentrum“ werden prämierte mathematische Videofilme aus „Spektrum Videothek“ oder „Gespräche mit Mathematikern“ (ÖMG-TGV nach einer Idee von Gerhard Lindbichler und Karl Sigmund mit Georg Pflug und Leopold Schmetterer, Peter Gruber und Edmund Hlawka, Peter Gruber und Wolfgang Schmidt, Gerhard Larcher und Harald Niederreiter) je nach Wunsch vorgeführt. Interessierten Personen wird so die Möglichkeit gegeben, rasch in die Problematik unbekannter mathematischer Strukturen eindringen zu können.

Da das HDMA auch von Personen aller Bundesländer besucht wird, sollen durch Hinweise auf die Infrastruktur des HDMA („Umgebung“) Besucher der Stadt Wien auf besonders erinnerungswürdige historische Bauten u. ä. aus der näheren Umgebung des momentanen Standorts aufmerksam gemacht werden. Hinweise dazu findet man auch auf der Homepage (UMGEBUNG-BEZIRK). In diesem Bereich gibt es auch einen „mathematischen Flohmarkt“ und die für das HDMA abgefüllten Weine des *Pythagoras* und *Archimedes* können von Erwachsenen verkostet und erworben werden.

4. Raum: „Museum“

Aus der *Geschichte der Mathematik* wird eine mögliche Bauweise der *Pyramiden von Giseh* experimentell erarbeitet und anschließend ist das zugehörige Modell aus Plexiglas zu sehen [6]. Daneben ist ein Ölgemälde („Sandtechnik“) der jungen österreichischen Malerin *Marina Varelja* mit Motiven aus der ägyptischen Mathematik ausgestellt.

Als Beispiele für alte Mathematikbücher aus dem Besitz des HDMA werden gezeigt [1]:

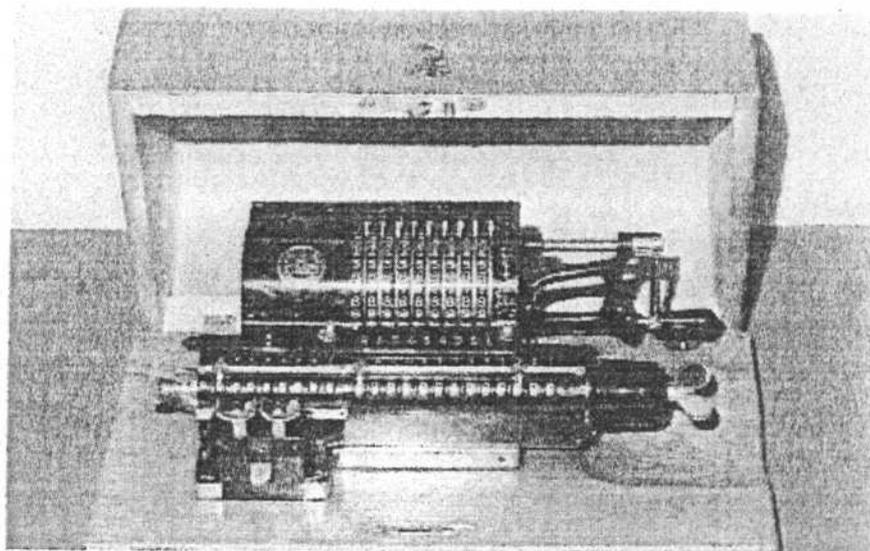


B.F. BELIDOR (1759)



CHRISTIAN WOLFF (1772)

Die Präsentation alter Rechenmaschinen wird unterteilt in „Staffelwalzen- und Sprossenradmaschinen“ (beide Spezies angedacht von G. W. Leibniz). Besonders wertvolle Exponate dafür sind eine *CURTA* (erfunden von dem Österreicher Curt Herzstark) und eine *ORIGINAL ODHNER* aus St Petersburg von 1902 (erfunden von dem Schweden Willgodt Theophil Odhner) [1].



ORIGINAL ODHNER, ST. PETERSBURG (1902)

Großen Anklang finden immer wieder Rechenmaschinen der Art „Spielzeuge für den Schreibtisch“ mit dem Slogan „Fits the desk“. Neben vielen weiteren Maschinen wird die Entwicklung der amerikanischen Serie „Monroe“ von einer mechanischen zur elektrischen Rechenmaschine dokumentiert. [1]. Eine Großrechenanlage von 1978 („Kienzle“) mit hohen Magnetbandtürmen findet ebenfalls großen Anklang. Aus der Entwicklung des Rechenschiebers und Taschenrechners (Tafelrechenschieber) werden viele Exponate gezeigt.

Den Abschluss des Museumsraums bildet der „Hopplator“ von gecko-art, ein „lebender Taschenrechner“ bei dem von Kindern (9 – 12 Jahre) neue Symbole für Ziffern in einem Schattentheater erfunden werden. Anschließend werden diese neuen Ziffern einem von Kindern gebildeten Rechenwerk „eingespeist“, um dann Rechnungen mit Gegenkontrollen auszuführen.

Förderungspreis:

Das HDMA vergibt jährlich einen Förderungspreis an Schulklassen für ein sinnvolles mathematisches Projekt, das mithilfe die Qualität des HAUSES DER MATHEMATIK zu steigern. Entsprechende Projekte können für 2003 bis 30. Juni direkt im HDMA eingereicht werden.

Abschließend wollen wir besonderen Dank für die inhaltliche Beratung bei der Gestaltung der Webseite „ÖSTERREICHISCHE MATHEMATIKER“ aussprechen an: *Christa Binder, Oswald Gröbner, Peter Gruber, Manfred Kronfellner, Gerhard Larcher, Heinrich Reitberger und Leopold Schmetterer.*

LITERATUR:

- [1] Autorenkollektiv.: ARITHMEUM – rechnen einst und heute, Universität Bonn, 1999
- [2] Botermans, J., Delft van, P.: Denkspiele der Welt Hugendubel, München, 1987
- [3] Beutelsbacher, A.: mathematik zum anfassen 1,2, Förderverein Mathematikmuseum, Gießen, 1998, 1999
- [4] DePauli, W., Weibel, P.: Kurt Gödel – Ein mathematischer Mythos, hpt, Wien, 1997, S. 7-9
- [5] Kronfellner, M.: Historische Aspekte im Mathematikunterricht, Schriftenreihe Didaktik der Mathematik, hpt, Wien, 1998, S. 71-74
- [6] Lindbichler, G.: Konkrete Unterrichtsarbeit mit Pyramiden, Didaktik der Mathematik, 23. Jahrgang, Heft 3, Aulis Verlag Deubner, Köln, S. 243-248
- [7] Reitberger, H.: Leopold Vietoris zum Gedenken (4. 6.1891– 9. 4. 2002), IMN, Nr. 191, Wien, 2002, S. 1-16

2. BESONDERE BETRACHTUNGEN:

Heinz Wagner schrieb anlässlich der Eröffnung des HDMA am 3. März 2003 einen Beitrag im KURIER (SCHULKURIER) mit der Schlagzeile:

Die Quadratur des Kreises proben

Spielerisch in Mathematik hineinschnuppern plus interessante Objekte

VON HEINZ WAGNER

Weiters schrieb er im Detail:

„Ich hasse es. Das will nicht so, wie ich will....“ Derartige Flüche tönen anfänglich vom Quartett in der Mitte der mathematischen Erlebniswelt durch den Raum. Vor jedem der Kids liegen unterschiedlich geformte Teile, die sich aus kleinen Würfelchen zusammensetzen. Daraus, so die Zielstellung, soll ein ganzer, voller Würfel werden. Die Schüler/innen bleiben, obwohl sie nicht müssen, dran. Sitzen, probieren, stecken zusammen, nehmen wieder auseinander, tüfteln, überlegen. Plötzlich der Urschrei: „Juhu, ich hab s!“ Ausgestoßen von der 12-jährigen Sabrina Rathauscher, Schülerin der 2a der HS Schaumburggasse. Zwischen dieser Hauptschule und der Volksschule Graf Starhemberg-Gasse liegen – mit eigenem Eingang in der Waltergasse (gegenüber dem Gymnasium) – die Räumlichkeiten des Ende der Vorwoche eröffneten *Hauses der Mathematik*.

Text zu 2 Bildern:

Geschafft – der Würfel ist fertig. Interessantes zur Relation von Seiten und Höhen der Pyramiden von Gizeh: Das Rad als Maß der Längen!

BEGREIFEN Im Erlebnisraum gibt's rechnerische, räumliche, statistische, logische Spiele zum An- und damit meist besseren Begreifen. Auf individuell aus geometrischen Formen gestalteten, mit bunten Papieren überzogenen Styropor- Sesseln bzw. Karton- Falthockern sitzend, knobelten die einen an den eingangs beschriebenen Würfeln, angesichts derer Denis Uslucan (12) ausrief: „Wie Tetris!“

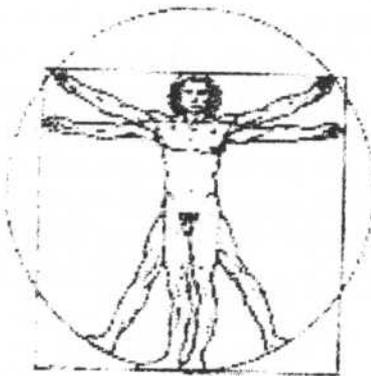
Der nächste Schwierigkeitsgrad liegt auf einem anderen Tischerl. Bei dem nach demselben Prinzip zusammenzubauenden Würfel muss ein Würfelchen, auf dem sich ein Schatzsymbol befindet, genau in der Mitte eingebettet sein. Nach der Vorübung war dies nun für Alexandra Jantzer (12) ein „Kinderspiel“.

Gleich daneben hat Ebil Dag aus der 1a die tönernen Teile perfekt zum Kreis zusammengefügt. Einen Tisch weiter versucht Jasco Cosic` (15) bunte Kunststoffteile in einen 5x5- Rahmen zu sortieren. Nie dürfen mehr als zwei der Ovale pro Zeile und Spalte platziert sein. Ideal Aslani (11) und Alexandra Stepanovic` (10/ ½) probieren sich an der Quadratur des Kreises bzw. einer Faltpyramide. Eine ausschließlich aus Kreisbögen bestehende Figur gilt es nach nur zwei geraden Schnitten in ein Viereck zu verwandeln.

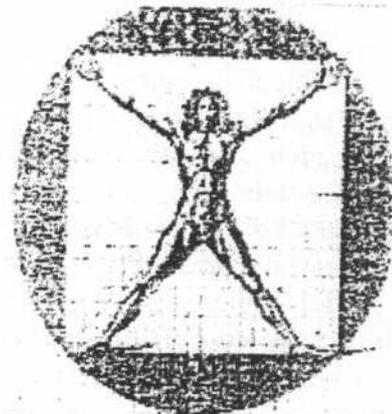
VIETORIS`BRILLE Neben alten Computern, Taschenrechnern und noch viel älteren mechanischen Rechenmaschinen kann das HdMa in seinem musealen Teil auf Gustostückerln verweisen: Ganz persönliche Besitztümer des erst 2002 mit 111 Jahren verstorbenen Leopold Vietoris - von Brille und Schreibmaschine bis zu Heften und Skizzen des großen österreichischen Mathematikers und Gletscherforschers.

Eine Ausstellung widmet sich der Benachteiligung von Mädchen und Frauen. So hat Josef Pfau in der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts fast gleichzeitig Raumlehre-Schulbücher für Knaben mit 123 geometrischen Figuren und für Mädchen mit nur 57 verfasst. Und die große Mathematikerin Emmy Noether musste unter männlichem Pseudonym publizieren.“

Wir wenden uns nun dem angesprochenen Problem des „**Probierens der Quadratur des Kreises** – genauer der **Quadratur der Kreisfläche**“ zu: „Ich halte hier in meiner Hand einen Euro aus Italien. Was kann man darauf erkennen? – Wir sehen auf der einen Seite eine Reliefdarstellung von **Leonardo da Vinci** (1452 – 1519) mit zwei nackten Männern, die mit ausgestreckten Händen ein Quadrat bzw. einen Kreis von innen berühren. **Leonardo da Vinci** soll zu dieser Darstellung gesagt haben: „*Und da quadriere ich Euch den Kreis!*“



LEONARDO DA VINCI
(1452 – 1519)



CÄSARE CÄSARIANO
(1483 – 1543)

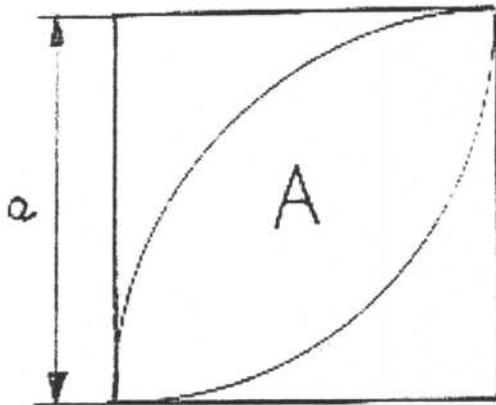
Wir erkennen bei dieser Grafik, dass er das Problem der „**Quadratur der Kreisfläche**“ (Fragestellung: „*Ist es möglich nur mit den Euklidischen Werkzeugen – Lineal und Zirkel – eine Kreisfläche in ein flächeninhaltsgleiches Quadrat zu verwandeln?*“) mathematisch richtig dargestellt hat. Daneben zeige ich ihnen eine Grafik von **Cäsare Cäsariano** (1483 – 1543) der etwas später ebenfalls obiges Problem versucht darzustellen, allerdings mathematisch unverstanden!

In jedem mathematischen Schulbuch der 4. Klasse HS – AHS [1] finden wir nachfolgende Kreisflächenberechnungen (siehe Abbildungen). Die jeweiligen Ergebnisse sind:

$$A = a^2/2 (\pi - 2) \quad A = 2a^2 (\pi - 2) \quad A_{\text{Sichel}} = A_{\text{Kreisfläche}} = r_1 \cdot r_2 \cdot \pi$$

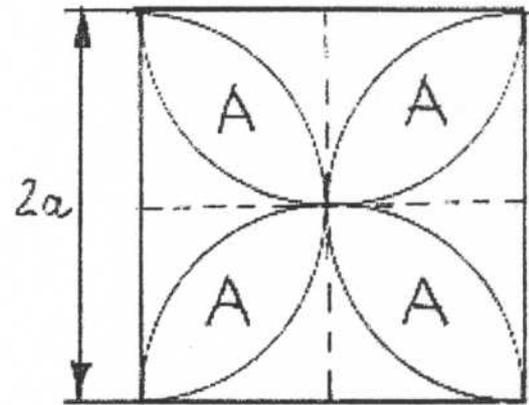
Aus der Sicht der Didaktik sei übrigens vermerkt, dass Ergebnisse dieser Art (z. B. bei den Blättchen) nicht sehr sinnvoll sind, da ja die Richtigkeit schwer erkennbar ist und auch ein Verlass auf Lösungshefte nicht immer gegeben ist. Sinnvoller wäre die Frage nach dem **Verschnitt** in %. Bei den Plättchen beträgt dieser 42, 93%, ein Ergebnis das bezüglich der Richtigkeit abschätzbar ist.

Querschnitt Mathematik 4, 582. c)



$$A = a^2/2 (\pi - 2)$$

Querschnitt Mathematik 4, 582. d)



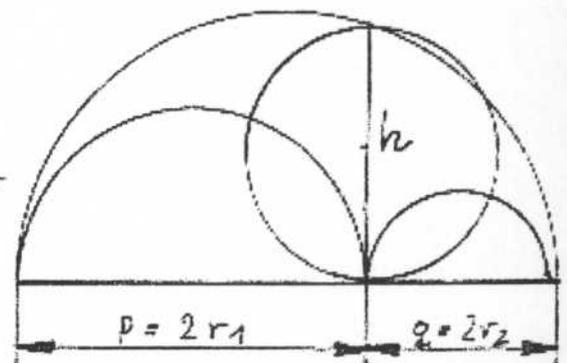
$$A = 2a^2(\pi - 2) \quad \text{Verschnitt: 42, 93 \%}$$

606. Bei der sogenannten *Sichel des Archimedes* wird behauptet, dass der Flächeninhalt der Sichel genau so groß ist wie der Flächeninhalt der Kreisfläche (siehe nebenstehende Zeichnung) Beweise diese Behauptung. Hinweis: Verwende für die Berechnung des Kreisflächeninhalts den Höhensatz und die Formel:

$$A = d^2/4 \cdot \pi \quad (p = 2r_1; \quad q = 2r_2)$$

$$A_{\text{Sichel}} = r_1 \cdot r_2 \cdot \pi$$

$$A_{\text{Kreis}} = r_1 \cdot r_2 \cdot \pi$$



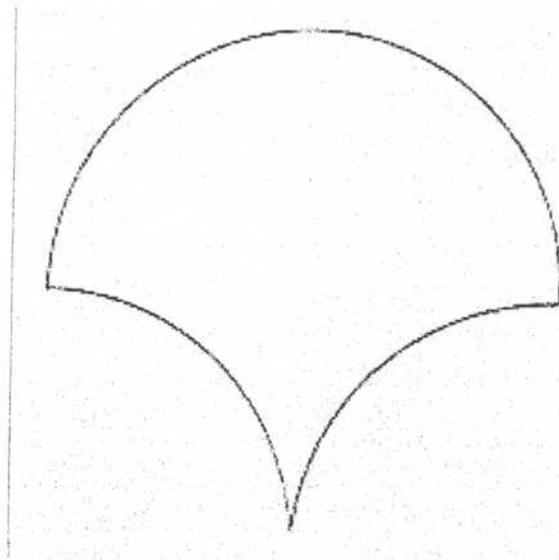
Aus den 3 Beispielen könnte man voreilig folgende Schlussfolgerung ziehen:

„Werden Flächen nur von Kreisbögen umschlossen, so enthält der zugehörige berechnete Flächeninhalt die Kreiszahl Pi.“

In einem Schulbuch [1] und im HDMA wird nun zu dieser Überlegung nachfolgendes Beispiel (siehe Abbildung) angeboten:

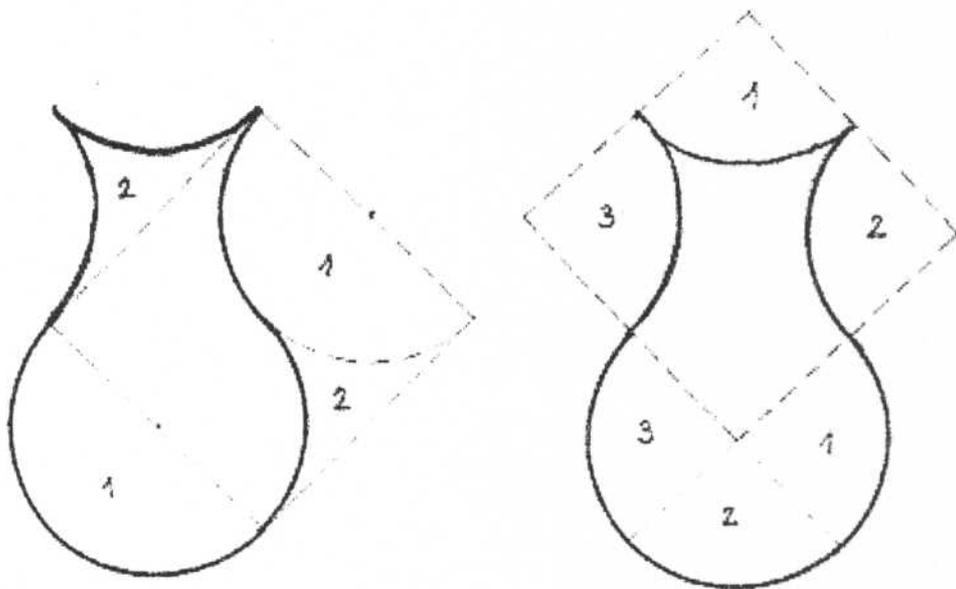
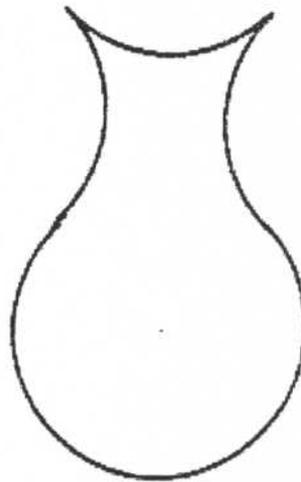
- Bestimme den Flächeninhalt der mit Kreislinien umschlossenen Figur ohne Rechnung.
- Was ist bei diesem Ergebnis so erstaunlich?

Im HDMA liegt ein Schnittbogen mit der Figur, wobei es gilt mit einem Lineal und einem Stanleymesser diese durch zwei Schnitte in ein Rechteck zu verwandeln.

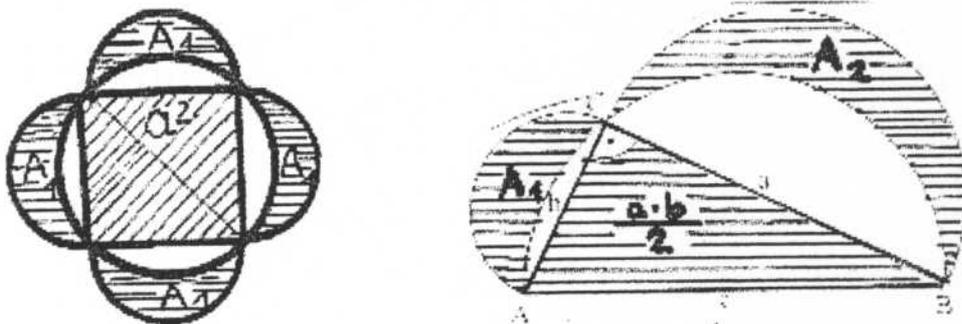


Figur zu obiger Beschreibung.

Auch die Zaubervase kann durch zwei gerade Schnitte in ein Quadrat verwandelt werden! Da zu gibt es mehrere Lösungen (siehe anschließend



Aus diesen beiden Beispielen erkennen wir, dass es sehr wohl Figuren gibt, die nur aus Kreislinien gebildet werden und trotzdem mit „Lineal und Zirkel“ in ein Rechteck bzw. Quadrat verwandelt werden können. Genau dieses Phänomen hat bereits *Hippokrates von Chios* um ca. 500 v. Chr. erkannt, als er bei seinen *Möndchenproblemen* die Pi - Freiheit gezeigt hat.

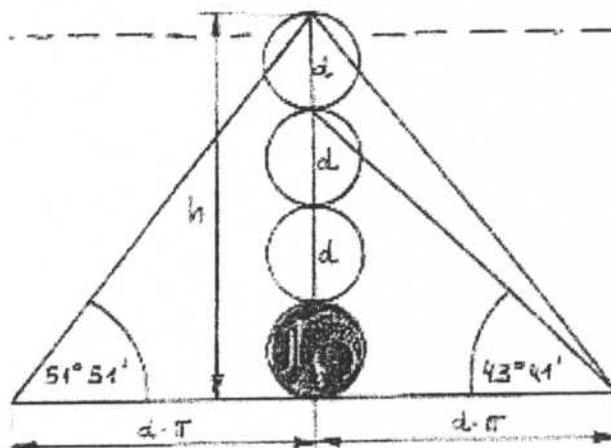


Für die linke Figur gilt: $4 \cdot A_1 = a^2$ und für die rechte: $A_1 + A_2 = a \cdot b / 2$. *Hippokrates* war einer der ersten Mathematiker der das erste klassische Problem der Antike, die „**Quadratur der Kreisfläche**“ angedacht hat.

Abschließend möchte ich noch aus dem Bereich **MUSEUM** und der Geschichte der Mathematik eine mögliche Bauweise ägyptischer Pyramiden aufzeigen [2]:

Herodot (ca. 484 v. Chr. – 425 v. Chr.) hat als Tourist Reisen nach Ägypten unternommen und berichtet, dass angeblich beim Bau der Pyramiden in *Giseh* (*Cheops*-, *Chephren*- und *Mykerinospyramide*) das Quadrat über der Körperhöhe h gleichen Flächeninhalt wie ein Seitendreieck hat und weiters, dass das Verhältnis vom halben Umfang der Pyramide zu seiner Höhe der Kreiszahl entspricht.

G. Lindbichler hat in *Didaktik der Mathematik* (Heft 3, Deubner, Köln, 1995; Seite 239 ff.) gezeigt, dass beide Bedingungen nicht gleichzeitig exakt möglich sind. Bei den heutigen Maßen der *Cheopspyramide* beträgt der Neigungswinkel vom Seitendreieck zu der Grundfläche $51^\circ 50' 30''$.



Würde man ein Rad zweimal abrollen und dieses anschließend in der Mitte **4 – mal** übereinander schichten, so erhält man für das Verhältnis von $U/2 : h = 4d\pi : 4d$ die Kreiszahl π . Für diesen Fall ergibt sich ein Neigungswinkel von **51° 51' 14"**. Verblüffend dabei ist, dass sich beim Übereinanderschichten von nur **drei** Rädern ein Neigungswinkel von **43° 41'** ergibt, der wiederum genau mit dem bei „*Knickpyramiden*“ gemessenen Böschungswinkel übereinstimmt. Der mathematischen Fantasie sind also keine Grenzen gesetzt!!!

Im HDMA kann man eine Pop – Up – Pyramide mit einem **Cent** nach der Art der Ägypter (?) erstellen, wobei die SchülerInnen eine maßstabgetreues Modell einer Pyramide von *Giseh* erzeugen. Mithilfe einer Plexiglaswand wird der Vorgang (Erzeugung von Winkeln der Größe 51° 51' bzw. 43° 41') experimentell nachvollzogen mit einem Rad mit dem Durchmesser 15 cm. Die zugehörige Plexiglaspyramide (Höhe 60cm) zeigt die entsprechenden Größenverhältnisse.

LITERATUR:

[1] Lindbichler, G. u. a. : Querschnitt Mathematik 4, Westermann Wien, Wien, 2001

[6] Lindbichler, G.: Konkrete Unterrichtsarbeit mit Pyramiden,
Didaktik der Mathematik, 23. Jahrgang, Heft 3, Aulis Verlag Deubner, Köln, S. 243-248

HAUS DER MATHEMATIK (HDMA)

Waltergasse 16, 2. Stock, links
1040 Wien www.hausdermathematik.at

ÖFFNUNGSZEITEN:

Mittwoch: 9 Uhr bis 13 Uhr (Schulklassen nur nach Voranmeldung)

Freitag: 9 Uhr bis 13 Uhr (Schulklassen nur nach Voranmeldung;
Fenstertage geschlossen)

Samstag: 10 Uhr bis 12 Uhr (nur nach Voranmeldung)

office@hausdermathematik.at ;
gerhard.lindbichler.@chello.at

☎ 0699 19 88 61 36 ☎ 01 688 61 36