

## Beziehungen zwischen früher östlicher und europäischer Mathematik

von

Alexander Volodarsky\*

### Einführung

Professor Dr. Alexander Volodarsky, vom Institut für Wissenschafts- und Technikgeschichte an der Akademie der Wissenschaften der USSR in Moskau war vom 24. Juli bis 14. August 1988 Gast des Naturwissenschaftlichen Vereins Regensburg. Die Betreuung während seines Aufenthalts übernahmen unser Mitglied Prof. Dr. Wolfgang Kaunzner und der damalige erste Vorsitzende des Vereins Werner Grießmeyer. Die Kosten des Aufenthaltes trug die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

Während seines Besuchs hielt Professor Volodarsky am 2. August in unserer Vereinsbibliothek ein Referat über: Relations between early Eastern and European Mathematics, von dem wir hier in deutsch eine Zusammenfassung bringen.

---

\* Professor Dr. Alexander Volodarsky, Institut für Wissenschafts- und Technikgeschichte an der AW der USSR, Moskau \*-12, Staropanski per 1/5, USSR.

Das Problem von wissenschaftlicher Einflußnahme und gegenseitiger Wechselwirkung ist ein Zentralthema der Wissenschaftsgeschichte. Versucht man dies für das Mittelalter aufzuzeigen, dann stößt man auf erhebliche Schwierigkeiten. Anders als im Falle der Mathematik in Griechenland oder in der Neuzeit, liegt hier eine große Anzahl von diesbezüglichen Werken noch unausgewertet in den verschiedensten Bibliotheken bzw. man weiß über den Inhalt von vielen dieser Handschriften nicht Bescheid. In Taschkent allein befinden sich etwa 18 000 arabische Manuskripte.

Die Mathematik hat eine sehr lange Entwicklungsgeschichte. Wahrscheinlich wurden die ersten Zeugen der Mathematik unabhängig voneinander an verschiedenen Orten geschaffen. Man besitzt mittlerweile gute Kenntnisse, was die babylonische, altägyptische, indische und chinesische Mathematik anlangt. Von dort aus verbreitete sich mathematisches Wissen auf mitunter sehr verschlungenen Pfaden, die manchmal nicht weiterführten, manchmal aber in breite Ströme mündeten.

Über die wechselseitigen Beziehungen der Mathematik in den ostasiatischen Ländern weiß man derzeit jedoch noch relativ wenig zu sagen, so etwa was Zentralasien, Indien, China und Japan anlangt, ebenso über ihren Einfluß auf Westeuropa. Aus diesem vielschichtigen Problemkreis soll hier ein Thema herausgegriffen werden, nämlich die aus heutiger Sicht wahrscheinlichen Abhängigkeiten zwischen der Mathematik in Indien, Zentralasien und den islamischen Ländern einerseits und den westeuropäischen Ländern andererseits.

Der wesentliche Anteil der indischen Mathematik liegt im folgenden begründet: 1. Unser Zahlensystem wurde in Indien nicht später als im 5 Jh. geschaffen. Im "**Aryabhatiya**" des Aryabhata (geb. 476) finden sich bereits viele Regeln der heutigen Arithmetik zur Rechnung in ganzen Zahlen und in Brüchen. 2. In der Gleichungslehre lieferten indische Wissenschaftler viele bedeutsame Regeln zur Lösung linearer und quadratischer Gleichungen; in Zahlentheorie wurden ebenso Lösungen bei unbestimmten Gleichungen ersten und zweiten Grades angegeben. 3. In Trigonometrie erscheint anstelle der chorda (Kreissehne) des Ptolemäus (85? - 165?) der Sinus als halbe Sehnenlänge; hiermit stellten die Inder die ersten Sinustafeln auf.

Im weiteren Verlauf beansprucht die Abhandlung "**al-G'ām' wat-tafriq bi-hisab al-Hind**" (De numero Indorum per novem literas = über die Zahlbezeichnung der Inder durch neun Zeichen) des muslimischen Mathematikers Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi (783? - 850?) einen hervorragenden Platz. Ihm kam eine besondere Rolle zu bei der Verbreitung des dezimalen Positionssystems einschließlich der Null, welches aufgrund seiner Vorzüge gegenüber anderen Rechenmethoden wie Rechenbrett (abacus) oder

Fingerrechnen bei den Fachleuten - vorerst jedoch nicht bei den Kaufleuten oder im Handel - bald Anerkennung fand. Diese Art des Ziffernrechnens wurde in muslimischen Kreisen "hisab al-Hind" (indisches Rechnen) genannt.

Andere bedeutende zentralasiatische Gelehrte mit umfassendem Wissen, die zur Verbreitung der indischen Arithmetik beitrugen, waren Ibn Sina (Avicenna; 980 - 1037) und al-Biruni (973 - 1048).

Im Verlaufe des Zusammenwirkens des schöpferischen Bemühens der Gelehrten aus Indien, Zentralasien und den Ländern des mittleren und nahen Ostens erfolgte ein gewaltiger Geistesschub in Richtung Westen - Ex Oriente Lux. Ab dem 10. Jh. kam indisch-arabische Mathematik vereinzelt über Spanien nach Westeuropa. Vom Jahre 976 stammt der älteste bekannte Nachweis im westlichen Abendland, der die indisch-arabischen Zahlzeichen ohne die Null enthält, und zwar im Codex vigilanus aus dem spanischen Kloster Albelda. Verstärkt seit dem 12. Jh. begegnen uns die neuen indisch-arabischen Ziffern, freilich in vorerst sehr unterschiedlichen Formen.

In Spanien wurde in regelrechten Übersetzerschulen ein Großteil der arabisch vorliegenden Übersetzungen aus dem Griechischen und den Bearbeitungen aus dem Indischen ins Lateinische vermittelt, ebenso die eigenen Arbeiten der Muslime. Hier vor allem "**De numero Indorum**" des al-Khwarizmi. Die arabische Urfassung dieses Buches kennt man nicht, sondern ein auf das 13. Jh. datiertes Manuskript in Cambridge mit dem Beginn "**Dixit Algorizmi**". Aus al-Khwarizmi wurde nun Algorismus und Rechnen mit indisch-arabischen Ziffern hieß damals allgemein "**Algorismus**". Mit dem 12. Jh. setzte eine spezielle algorithmische Tradition durch Bearbeitung arithmetischer Traktate ein, die neben die bisherigen Rechenmethoden, nämlich Rechenbrett- und Fingerrechnen, trat. So erschienen im lateinischen Mittelalter ein "**Algorismus vulgaris**" für Rechnen in ganzen Zahlen, ein "**Algorismus de minutiis**" für Bruchrechnen, ein "**Algorismus proportionum**" usw. Allgemein kann gesagt werden, daß durch diese Algorithmen im Verlaufe des 13. bis 15. Jh. das heute geübte Rechnen in Europa in den zuständigen Gelehrtenkreisen eingebürgert wurde. Im Handel bediente man sich weiterhin der überlieferten Methoden.

Robert von Chester (um 1150) und Gerhard von Cremona (1114 - 1187) eröffneten durch ihre lateinischen Übersetzungen der "**al-Kitab al-muhtasar fi hisab al-ğabr wa-l-muqabalah**" des al-Khwarizmi um die Mitte des 12. Jh. in Europa die Beschäftigung mit der Gleichungslehre. "**al-ğabr wa-l-muqabalah**" bedeutet Ergänzen und Ausgleichen,

nämlich die in der Gleichungslehre notwendigen Schritte; im Verlaufe des Mittelalters, bis zum 15. Jh. hin, entwickelte sich hieraus die Bezeichnung "**Algebra**".

Im Jahre 1202 vollendete Leonardo von Pisa (1180? - 1250?) seinen "**Liber abbaci**", der die wahrscheinlich erste vollständige lateinische Darstellung der indischen und muslimischen Mathematik im Dezimalsystem darstellt. Mit diesem Datum bezeichnet man oft den Beginn der mathematischen Renaissance in Europa.

Insgesamt könnte man nach dem heutigen Wissensstand von 4 Renaissanceen in der westeuropäischen Mathematik sprechen: 1. Man weiß, daß im 6. und 7. Jh. der Austausch von Gesandtschaften zwischen Konstantinopel und einigen Zentren begann, die sich in Westeuropa nach der Völkerwanderung gebildet hatten. 2. Mit der Aufnahme von Beziehungen zwischen dem Kalifenhof in Bagdad und dem der fränkischen Könige um 800 wurden sicherlich auch Handschriften mathematischen Inhalts übermittelt. 3. In der scholastischen Renaissance im 12./13. Jh. ging eine Übersetzerwelle arabisch-kastilisch-hebräisch-lateinisch durch Spanien, eine andere griechisch-lateinisch durch Sizilien. 4. Erst kurz vor Erfindung der Infinitesimalrechnung (2. Hälfte des 17. Jh.) wurden Archimedes (287? - 212), Apollonios (262? - 190?) und Pappos (um 320) intensiv studiert.

Im 15. und 16. Jh. setzte in Westeuropa die mathematische Darstellung in den einzelnen Landessprachen ein, nachdem die indisch-arabischen Ziffern allmählich in weitere Kreise gedrungen waren. Interessante Beispiele hierfür finden sich etwa im und am Regensburger Dom (Abb. 1) und, von Italien her kommend, solche, die in Kaufmannskreisen Eingang gefunden hatten.

Allgemein läßt sich sagen, daß Indien die Quelle eines Teiles der heutigen Mathematik ist: Arithmetik und ein erheblicher Anteil aus Algebra, Zahlentheorie und Trigonometrie nahmen dort ihren Anfang. Es ist das Verdienst der Gelehrten des lateinischen Mittelalters, daß sie dieses Wissen nicht nur übernahmen, sondern in eine Form brachten, aus der die großen Leistungen in Westeuropa ab dem 15. Jh. herzuleiten sind.

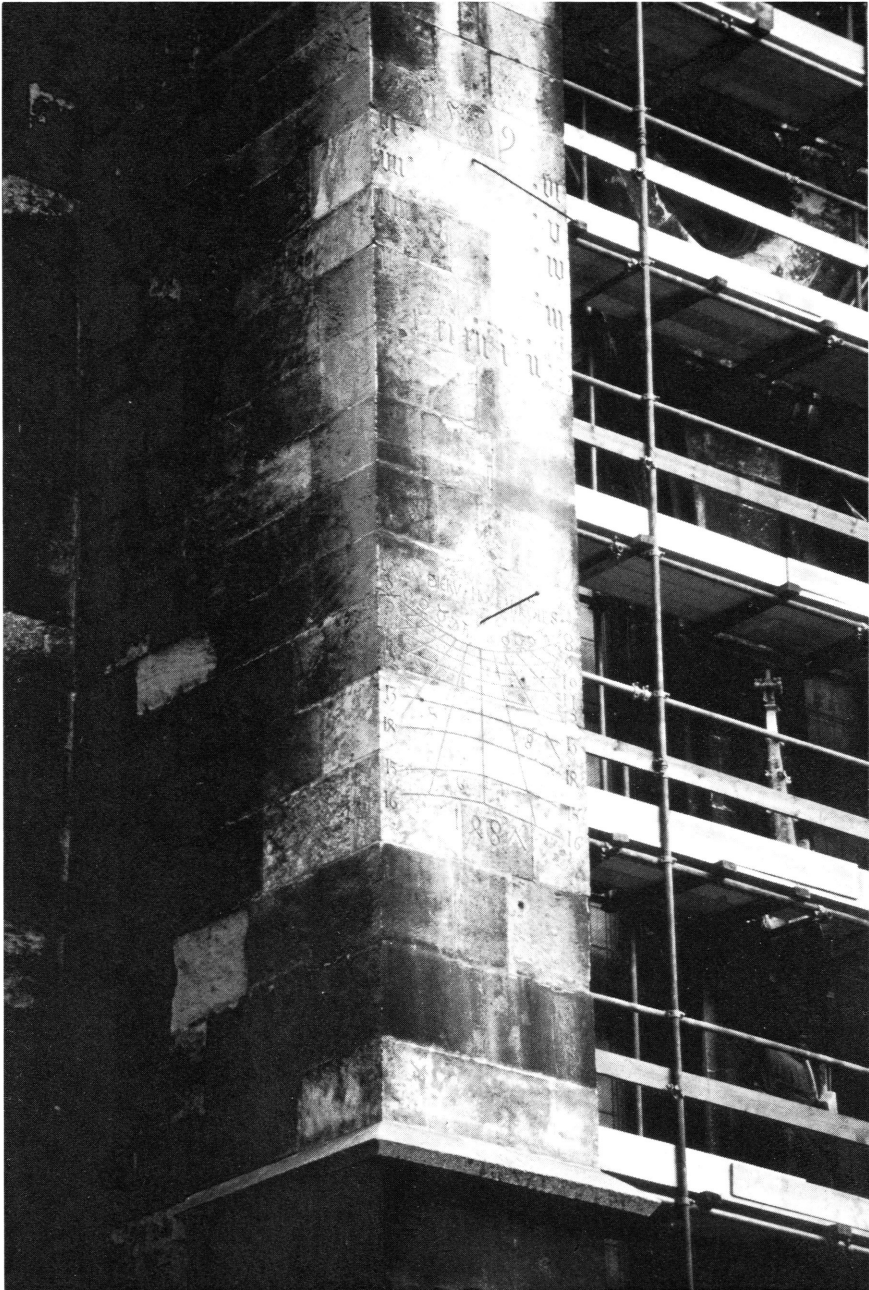


Abb. 1: Sonnenuhren von 1487 und 1509 am Regensburger Dom  
Foto: H. Werner Griebmeyer

