

Der Astronomische Quadrant von Peter und Philipp Apian

Mechanischer Aufbau, Messgenauigkeit und praxisnahe
Anwendungsbeispiele

Historische Instrumentenkunde der Frühen Neuzeit

1. Oktober 2026

1 Einführung

Der **Quadrant** war neben dem Triquetrum und dem Astrolabium das zentrale Instrument zur Winkelmessung in der Astronomie und Geodäsie der Frühen Neuzeit. Besondere Bedeutung erlangte er durch **Peter Apian** (in seinen Werken *Cosmographicus Liber*, 1524, und *Astronomicum Caesareum*, 1540) sowie durch seinen Sohn **Philipp Apian** bei der Vermessung Bayerns (1554–1561).

Bei den von den Apians verwendeten Geräten handelte es sich überwiegend um **Handquadranten** (Messing oder Holz) sowie um **Muralquadranten** (fest installierte Wandquadranten für Observatorien).

2 Aufbau des Apian'schen Quadranten

Ein klassischer Quadrant nach der Konstruktion von Peter Apian besteht aus einer Viertelkreisscheibe (90°-Sektor) aus Holz oder Messing und weist folgende Kernkomponenten auf:

2.1 1. Der Grundkörper und der Gradbogen

* **Platte / Korpus**: Ein rechtwinkliges Dreieck bzw. ein Viertelkreis-Sektor. * **Limbus (Gradbogen)**: Der kreisförmige Außenrand ist exakt von 0° bis 90° unterteilt. Bei Apian waren oft doppelte Skalierungen angebracht: * Eine Einteilung in **Grad und Bogenminuten** zur direkten Höhenwinkelbestimmung (h). * Eine **Schattenquadrat-Skala** (*Scala Altimetra*) auf der Innenfläche zur einfachen Triangulation ohne Winkelfunktionen.

2.2 2. Die Visiereinrichtung (Diopter)

* Entlang einer der beiden geraden Kanten (der sogenannten **Visierkante**) befinden sich zwei metallene Plättchen mit feinen Bohrlöchern (**Diopter**). * Beim Anvisieren eines Gestirns blickt der Beobachter durch beide Löcher. Bei der Sonnenbeobachtung lässt man den Lichtfleck des ersten Diopters auf die Bohrung des zweiten Diopters fallen, um Augenschäden zu vermeiden.

2.3 3. Das Lot (Plumbum)

* Am Scheitelpunkt des Scheibenwinkels (im Mittelpunkt des Viertelkreises) ist ein feiner Faden (Seide oder Pferdehaar) mit einem Blei- oder Messinggewicht (**Lot**) befestigt.

* Wenn das Gerät vertikal gehalten und das Ziel anvisiert wird, zeigt der Faden schwerkraftbedingt senkrecht nach unten und schneidet den Gradbogen exakt beim gemessenen Höhenwinkel.

2.4 4. Die Rückseite und Zusatzskalen (Volvellen)

* Peter Apian versah die Rückseite seiner Quadranten oft mit drehbaren Papierscheiben (**Volvellen**) oder Nomogrammen zur direkten Umrechnung von Stundenwinkeln, Sonnenständen und Ungleichheiten des Kalenders.

3 Genauigkeit und Fehlerquellen um 1550

Die theoretische Auflösung eines Quadranten hängt direkt von seinem **Radius (R)** ab.

3.1 Ablese-Genauigkeit in Abhängigkeit vom Radius

- **Kleine Handquadranten** ($R \approx 20\text{--}30\text{ cm}$): Ein Bogenabschnitt von 1° entspricht einer Bogenlänge von $L = \frac{2\pi R}{360} \approx 3,5\text{ mm}$ bis 5 mm . Bogenminuten ($1'$) mussten geschätzt werden. Die Messunsicherheit lag bei ca. $\pm 5'$ bis $10'$ (Bogenminuten).
- **Große Wand- / Standquadranten** ($R \approx 1,5\text{--}2\text{ m}$): Bei $R = 2\text{ m}$ entspricht 1° etwa 35 mm . Durch die Nutzung von **Transversallinien** (einer von Levi ben Gerschon eingeführten und von den Apians genutzten Diagonaleilung) konnte man bis auf $\pm 1'$ genau ablesen.

3.2 Typische systematische Fehlerquellen um 1550

1. **Pendelruhe / Windempfindlichkeit:** Bei Handgeräten schwankte das Lot im Freien ständig, was Messungen ohne Windschutz erschwerte.
 2. **Materialverzug:** Holzquadranten verzogen sich bei Luftfeuchtigkeit; Messinggeräte dehnten sich temperaturbedingt aus.
 3. **Refraktion:** Die Lichtbrechung der Erdatmosphäre bei tief stehenden Gestirnen ($h < 15^\circ$) war um 1550 mathematisch noch nicht exakt tabelliert.
-

4 Anwendungsbeispiele mit Rechenweg

4.1 Beispiel 1: Bestimmung der Geographischen Breite (ϕ) durch Philipp Apian

Bei der Landesaufnahme Bayerns bestimmte Philipp Apian die Breite von Städten über die Meridianhöhe $h_{\max}$ der Sonne am Tag der Tagundnachtgleiche (Äquinoktium, Deklination $\delta = 0^\circ$).

4.1.1 Messung

Anvisieren der Mittagssonne in Regensburg mit einem Messingquadranten ($R = 50$ cm). Der Lotfaden zeigt auf dem Gradbogen den Wert:

$$h_{\max} = 41^\circ 00'$$

4.1.2 Berechnung

Für den Kulminationspunkt der Sonne gilt im Äquinoktium:

$$h_{\max} = 90^\circ - \phi + \delta$$

Da zur Tagundnachtgleiche $\delta = 0^\circ$ gilt, vereinfacht sich die Gleichung zu:

$$\phi = 90^\circ - h_{\max}$$

$$\phi = 90^\circ - 41^\circ 00' = 49^\circ 00' \text{ N}$$

(Anmerkung: Der reale moderne Wert für Regensburg liegt bei $49^\circ 01' \text{ N}$ – eine für das 16. Jahrhundert hervorragende Präzision).

4.2 Beispiel 2: Höhenmessung eines Turms über das Schattenquadrat (*Scala Altimetra*)

Peter Apian nutzte das auf der Innenfläche des Quadranten gravierte **Schattenquadrat**, um Höhendistanzen ohne Winkelfunktionen direkt über den Strahlensatz zu bestimmen.

Das Schattenquadrat ist in 12 gleiche Abschnitte (*Punkte*) unterteilt.

4.2.1 Szenario

Ein Geometer steht $d = 30$ Meter von der Basis eines Kirchturms entfernt. Er visiert die Turmspitze an. Der Lotfaden schneidet das Schattenquadrat bei der Markierung $p = 8$ Punkten der waagerechten Skala (*Umbra Versa*). Die Augenhöhe des Geometers beträgt $h_{\text{Auge}} = 1,60$ m.

4.2.2 Mathematisches Prinzip (Strahlensatz)

Das Schattenquadrat bildet ein zum Dreieck zwischen Beobachter und Turm ähnliches rechtwinkliges Dreieck:

$$\frac{H_{\text{Turm}} - h_{\text{Auge}}}{d} = \frac{p}{12}$$

4.2.3 Berechnung

$$H_{\text{Turm}} - 1,60 \text{ m} = 30 \text{ m} \cdot \frac{8}{12}$$

$$H_{\text{Turm}} - 1,60 \text{ m} = 30 \text{ m} \cdot 0,6667 = 20 \text{ m}$$

$$H_{\text{Turm}} = 20 \text{ m} + 1,60 \text{ m} = 21,60 \text{ m}$$

—

5 Vergleich der Messgeräte bei Apian

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Hauptinstrumente um 1550

Instrument	Typischer Radius / Länge	Ablesegenauigkeit	Haupteinsatz
Handquadrant	20–50 cm	$\pm 5'$ bis $10'$	Feldvermessung, Breite
Wandquadrant	150–200 cm	$\pm 1'$ bis $2'$	Sternkataloge, Finsternisse
Triquetrum	100–200 cm Stablänge	$\pm 1'$ bis $3'$	Vorhaltig bei Mondhöhen
Astrolabium	15–30 cm Durchmesser	$\pm 15'$ bis $30'$	Analoge Zeitberechnung