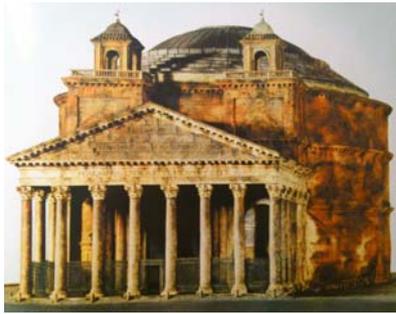


# Untersuchung der Lagerbedingungen von Kuppeltragwerken

Sarah-Maria Diebold



Pantheon in Rom

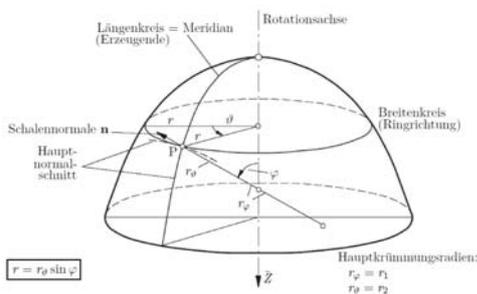
## Motivation

- Kuppeln: älteste Möglichkeit der stützenfreien Überbauung großer Spannweiten
- Optimale Lastabtragung im Membranzustand (ausschließlich Axialkräfte)
- Untersuchung verschiedener Parameter (gelenkige, eingespannte, punktuelle Lagerung, Geometrie) auf die Lastabtragung

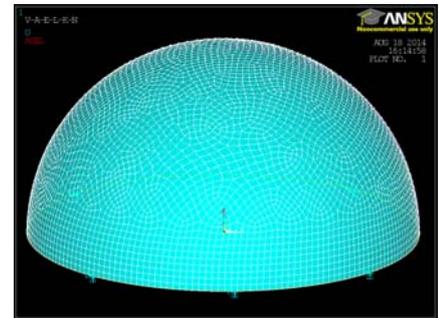


Hagia Sophia in Istanbul

## Problemlösung



- Ermittlung der Spannungsverläufe von Kuppeln: analytisch nach der Membrantheorie und numerisch mittels der Finite-Elemente-Methode in ANSYS
- Gegenüberstellung und Beurteilung der Verläufe für verschiedene Lagersituationen und Geometrien
- Übertragung der Erkenntnisse auf die Lastabtragung der Kuppel des Pantheons und der Hagia Sophia



Modell einer gelenkig gelagerten Halbkugel (ANSYS)

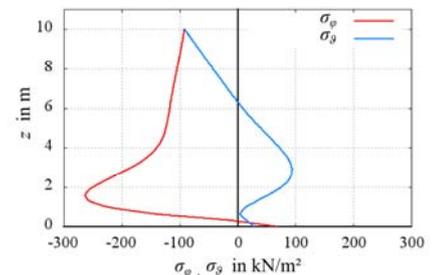
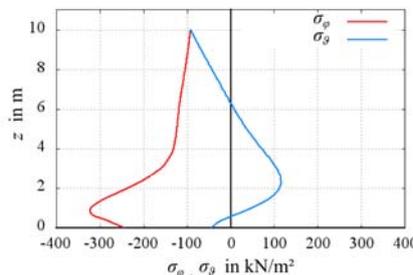
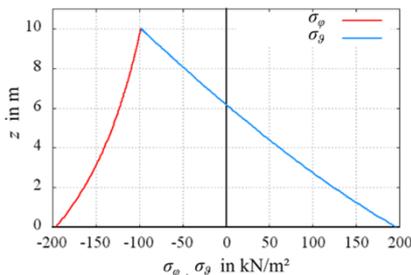
Normalkräfte im Membranzustand für Kugelkalotten:

$$n_\varphi = \frac{1}{R \sin^2 \varphi} \left[ \int_\varphi (p_z \cot \varphi - p_\varphi) R^2 \sin^2 \varphi d\varphi + C_1 \right] \quad (\text{in Meridianrichtung})$$

$$n_\theta = Rp_z - \frac{1}{R \sin^2 \varphi} \left[ \int_\varphi (p_z \cot \varphi - p_\varphi) R^2 \sin^2 \varphi d\varphi + C_1 \right] = Rp_z - n_\varphi \quad (\text{in Ringrichtung})$$

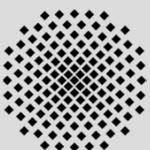
## Beispiele

Beispielhafte Gegenüberstellung der Meridian- und Ringspannungsverläufe für membrangerecht, gelenkig sowie eingespannt gelagerte Halbkugel ( $R = 10\text{ m}$ ,  $h = 0.2\text{ m}$ )



### Literatur:

- Heinele, Erwin; Schlaich, Jörg: *Kuppeln aller Zeiten - aller Kulturen*. Stuttgart : Dt. Verl.-Anst., 1996
- Bischoff, Manfred; Ramm, Ekkhard; Scheven, Malte v.: *Schalen: Ergänzendes Material zur Vorlesung, Sommersemester 2014, 2014*



Institut für Baustatik und Baudynamik  
Prof. Dr.-Ing. habil. Manfred Bischoff

