
ERRICHTUNG EINER WILDBRÜCKE ÜBER DIE KORARLMBAHN

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER ZWEIFACH
GEKRÜMMTEN SCHALE AUS EINER SCHEIBE

**Anton Schweighofer
Johann Kollegger**

**Institut für Tragkonstruktionen - Betonbau
Technische Universität Wien**

Schalen in der Natur



Geometrische Abmessungen und Verhältnis
Krümmungsradius zu Schalendicke

	Radius	Dicke	r/t
	[mm]	[mm]	-
Ei	24	0.4	60
Muschel	26	2	13
Orange	40	4	10
Pantheon	21650	1600	13,5
Wildbrücke	22250	500	44,5

Stahlbetonschalen [Heinz Isler]



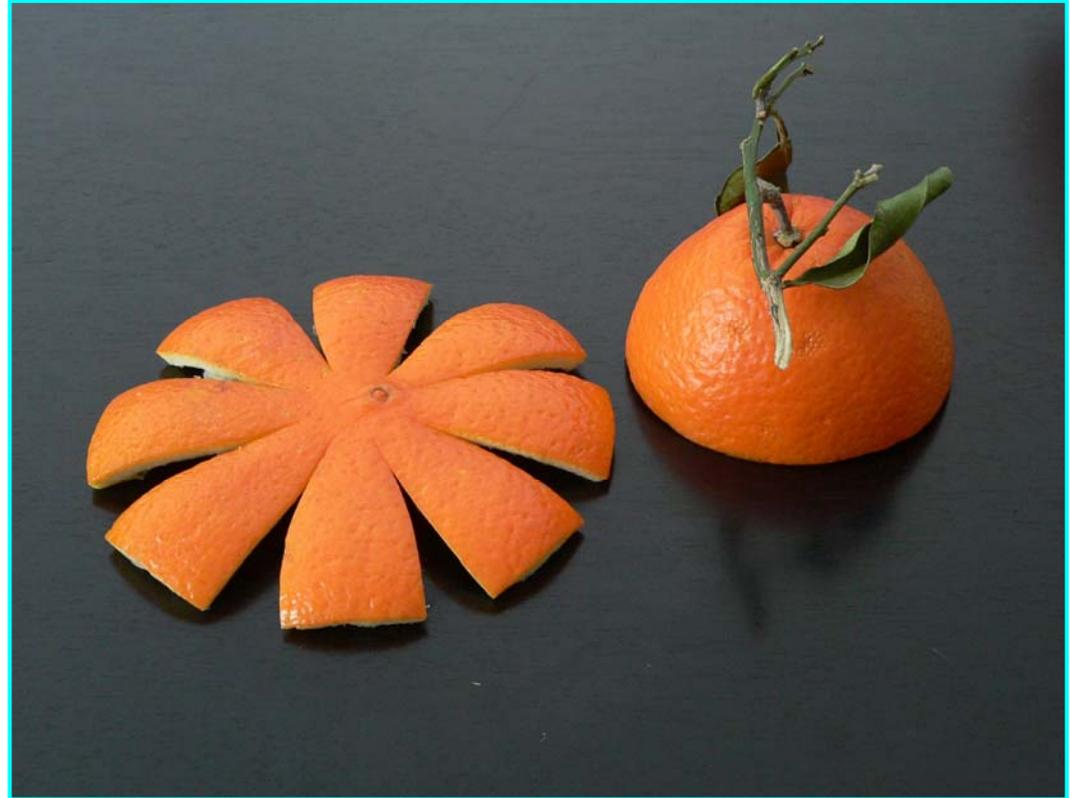
Ekkehard Ramm und Eberhard Schunck

Heinz Isler
Schalen



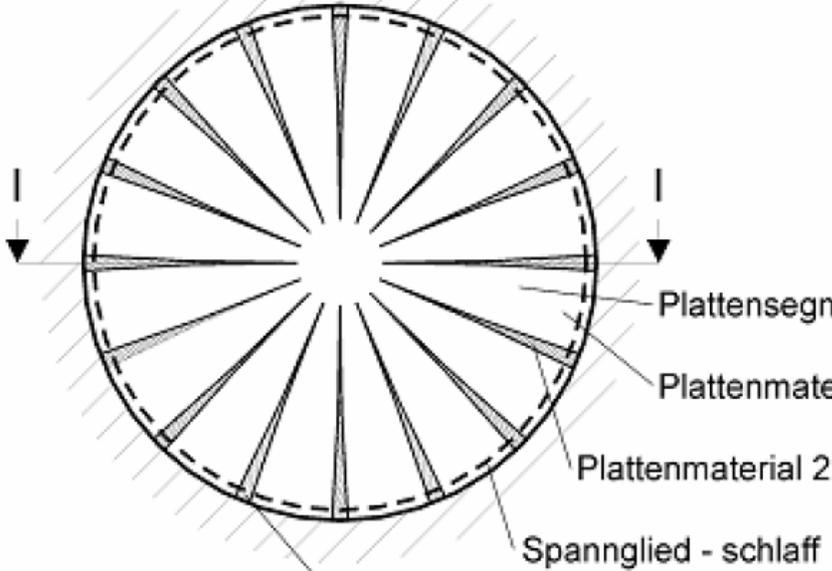
Umformen der ebenen Platte in eine räumliche Schale:

- Doppeltgekrümmte Flächen nicht abwickelbar
- Zerlegung in Segmente
- Vorsehen von Stauchungsfugen



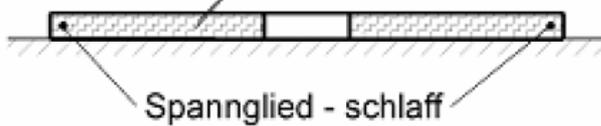
Anfangsform

Grundriss



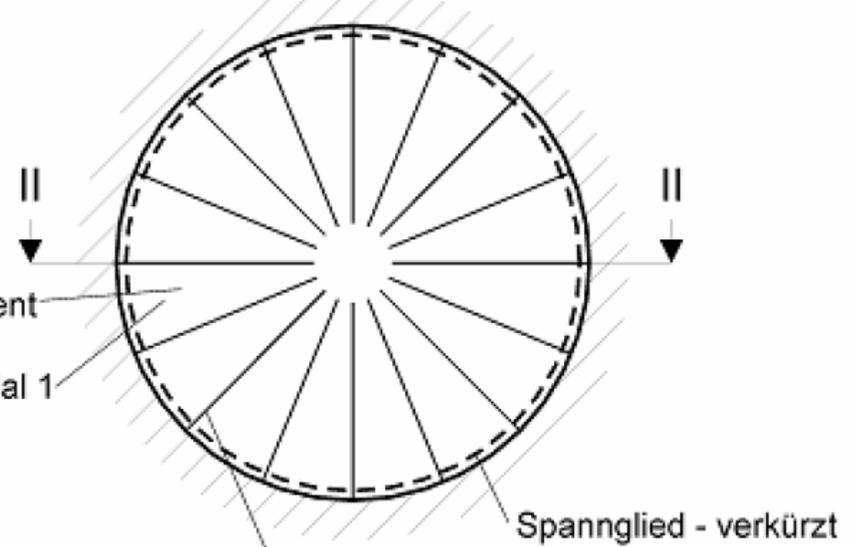
Schnitt I-I

Stauchungsfuge - offen



Zielform

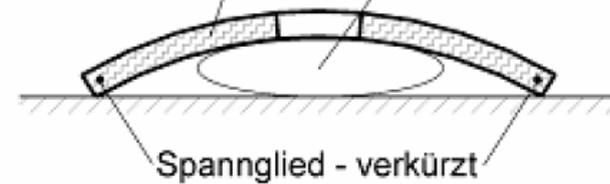
Grundriss



Schnitt II-II

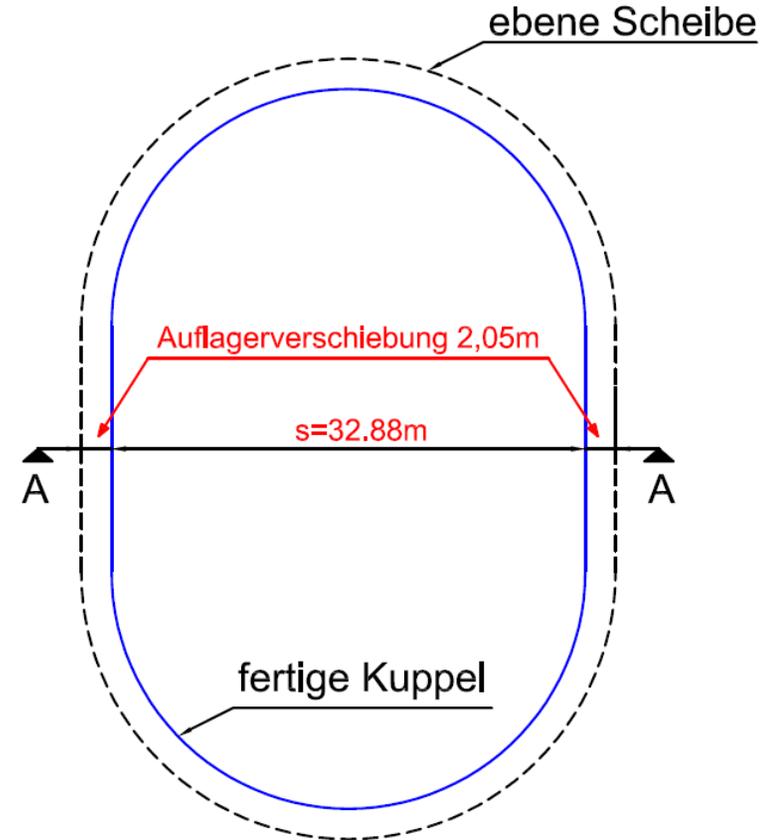
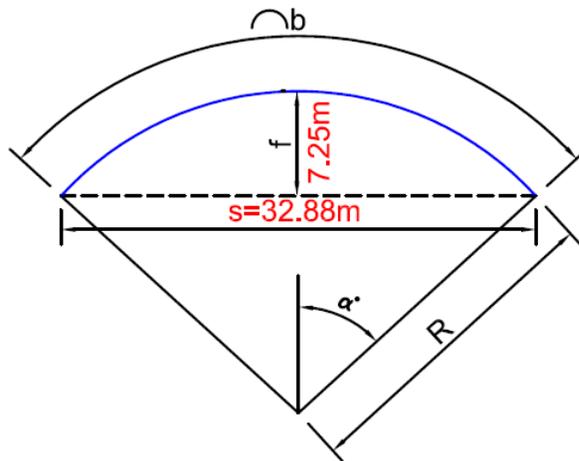
Stauchungsfuge - geschlossen

Druckluftkissen



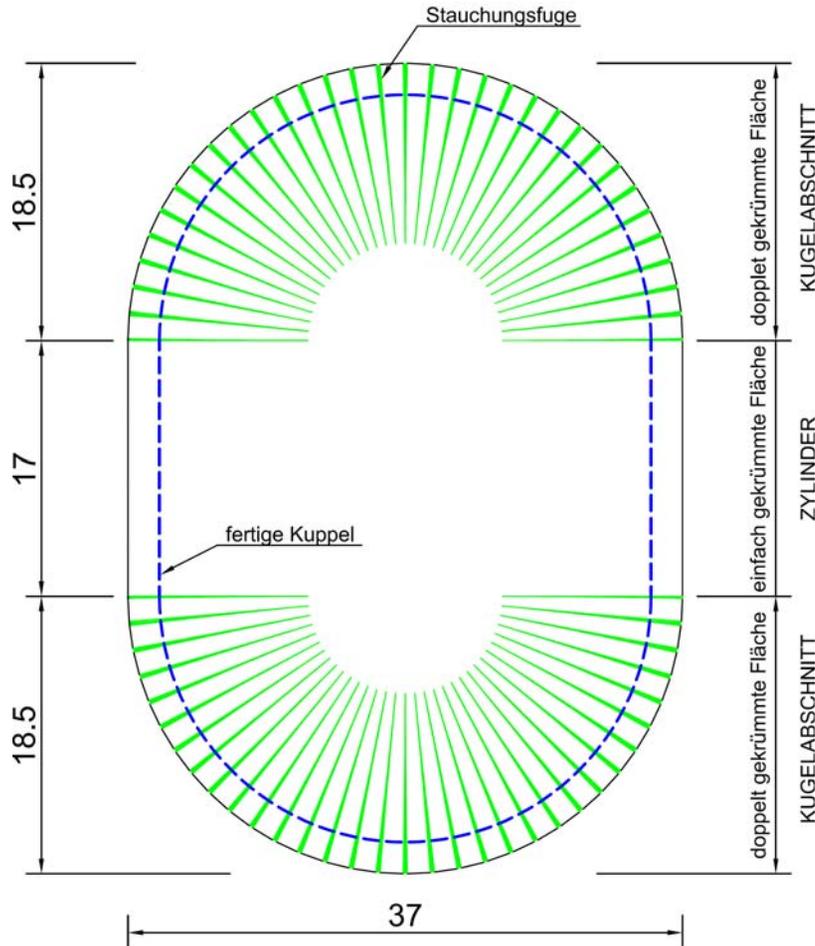
Grundriss Scheibe/Kuppel

Schnitt A-A



b	R	a	s	b-s	DU	f
[m]	[m]	[°]	[m]	[cm]	[cm]	[cm]
36.99	500	2.12	36.98	0.8	2.6	34.2
36.99	100	10.60	36.78	21.1	66	170.5
36.99	50	21.19	36.15	83.8	263	338.2
36.99	25	42.39	33.71	328.3	1031	653.5
36.99	22.25	47.62	32.88	411.5	1292	725.4

Ausgangsform



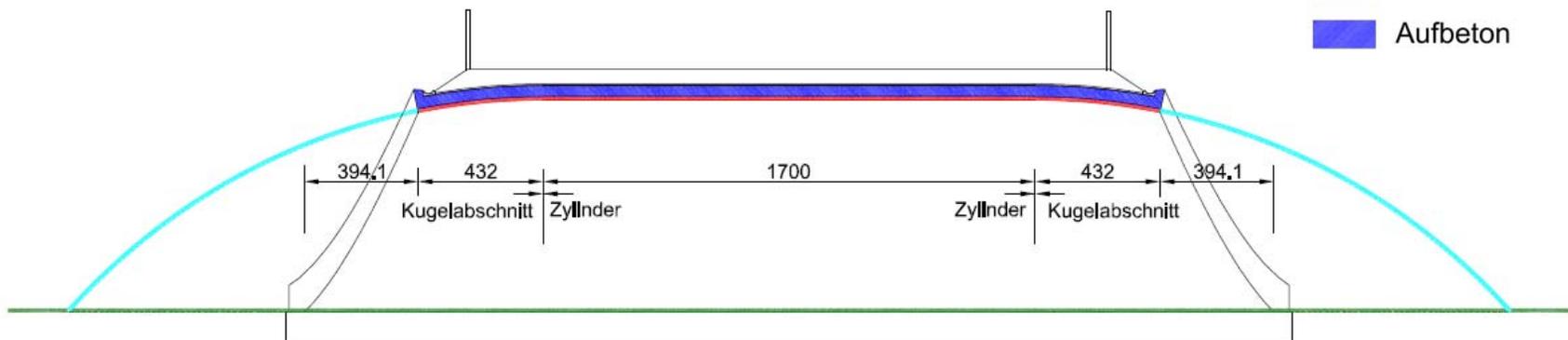
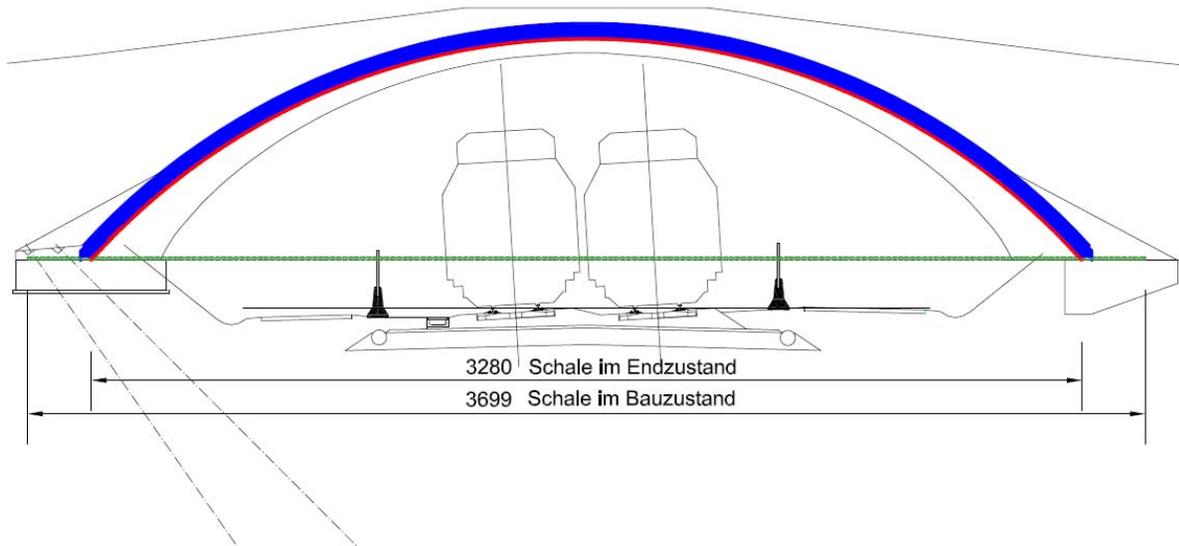
Doppelt gekrümmter Bereich:

- Vorsehen von Stauchungsfugen
- Einteilung in 64 Segmenten:
 - $b_{\text{Beton}} \sim 153\text{cm}$
 - $b_{\text{Styro}} \sim 29\text{cm}$

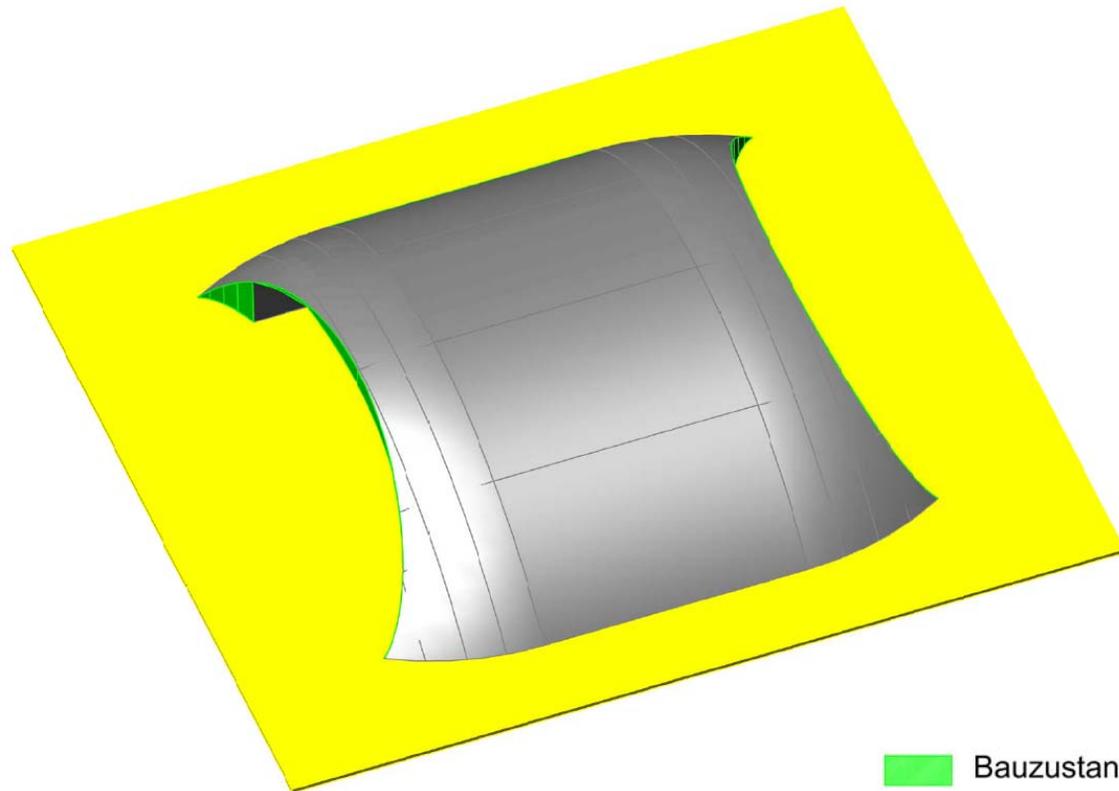
Einfach gekrümmter Bereich:

- Keine Stauchungsfugen erforderlich

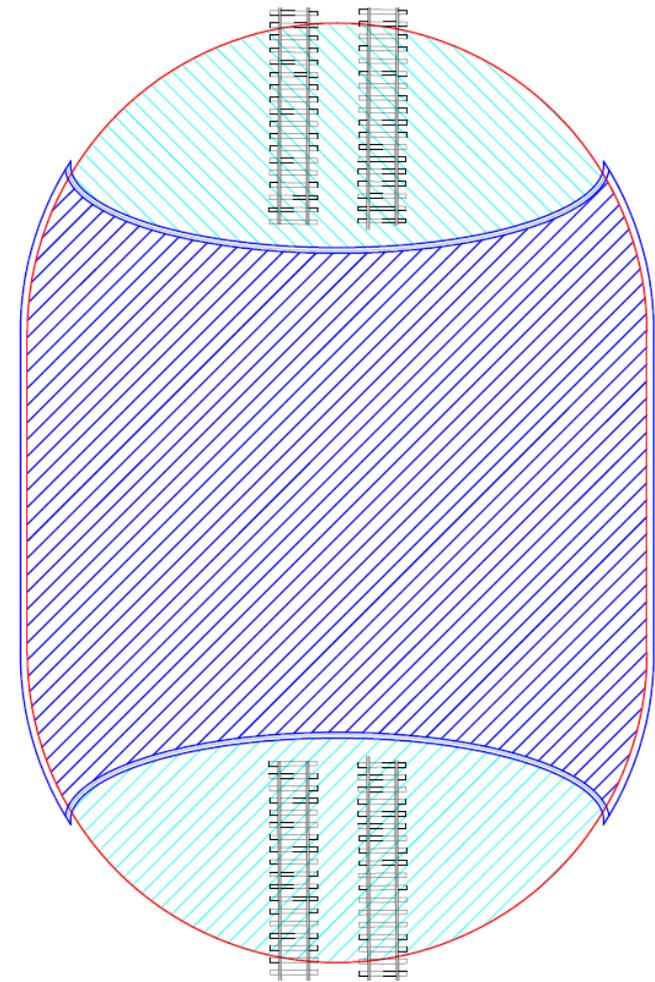
Umsetzung für Wildbrücke



Umsetzung für Wildbrücke



-  Bauzustand
-  Endzustand
-  Abbruch
-  Aufbeton



Beton: C40/50

$$E = 35.000 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck} = 37,5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 3,5 \text{ N/mm}^2$$

Stauchungsfugen: XPS

- orthotropes Material, welches große Verformungen bei geringen Spannungen in einer Richtung zulässt
- und wesentlich bessere Materialeigenschaften in der anderen Richtung besitzt
- Verhältniss der E-Modulie ist wichtig für Formbildung

$$E = 7 \text{ N/mm}^2$$

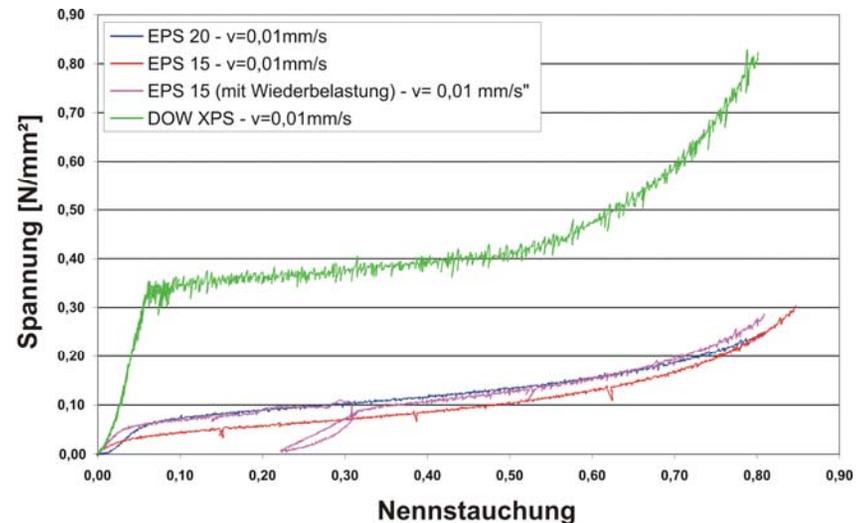
$$f_{yk} = 0,35 \text{ N/mm}^2$$

$$n \sim 0$$

Fließplateau bis etwa 60%, anschließend wieder Verfestigungsbereich

Bewehrung:

- Baustahl BST 550
- Spannstahl 1570/1770

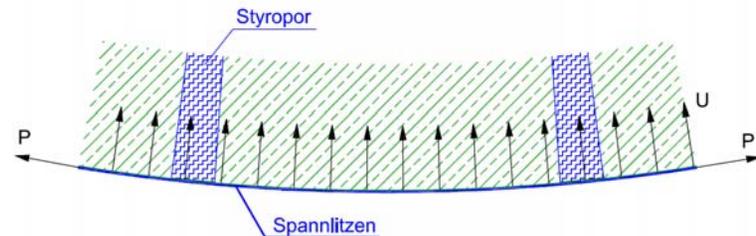


• Luftdruck

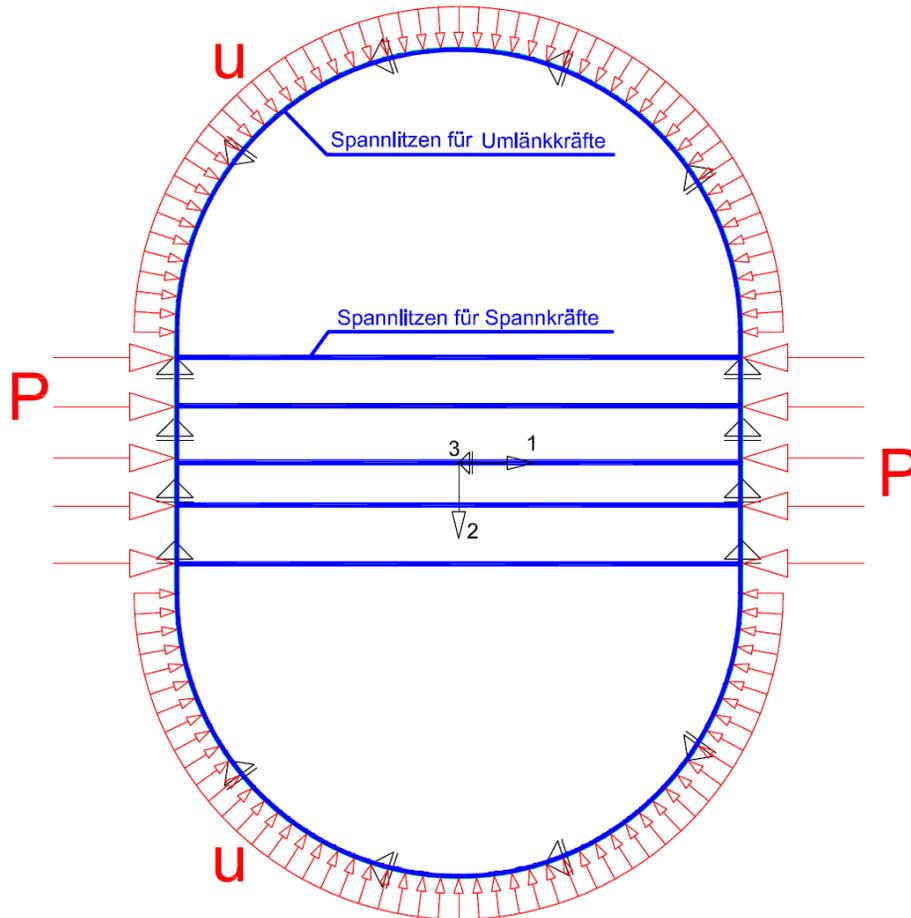
- Wird durch ein Luftkissen erzeugt, bestehend aus:
 - PE-Folie 120-200mm
 - Vlies ca. 4mm
 - PE-Folie 120-200mm
- Luftkissen hat 4 wesentliche Aufgaben:
 - 1) Kompensation des Eigengewichts (30mbar)
 - 2) Rissbildung im Beton zu erzeugen (3mbar)
 - 3) Vorverformung erzeugen
 - 4) Erhöhung während des Verformungsprozesses für:
 - Gleichmäßige Krümmung
 - Unterstützung der Umlenkkräfte aus Vorspannung

• Vorspannung

- Umlenkkräfte im Radialbereich
- Spannkkräfte im Zylinderabschnitt

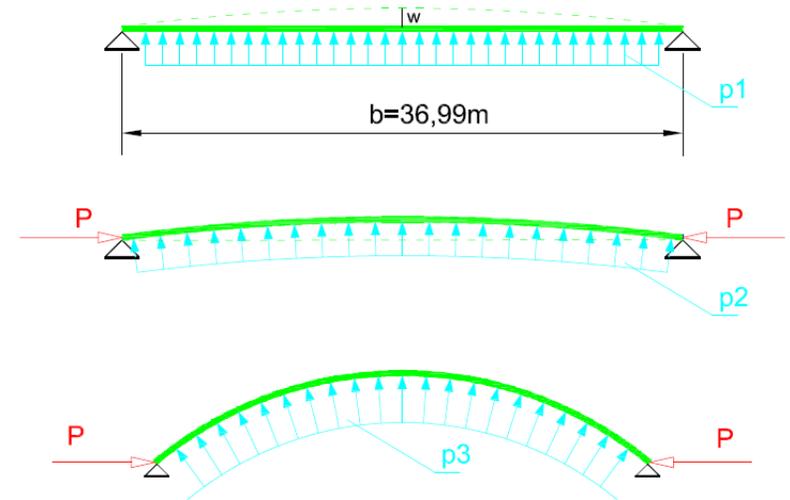


Grundriss

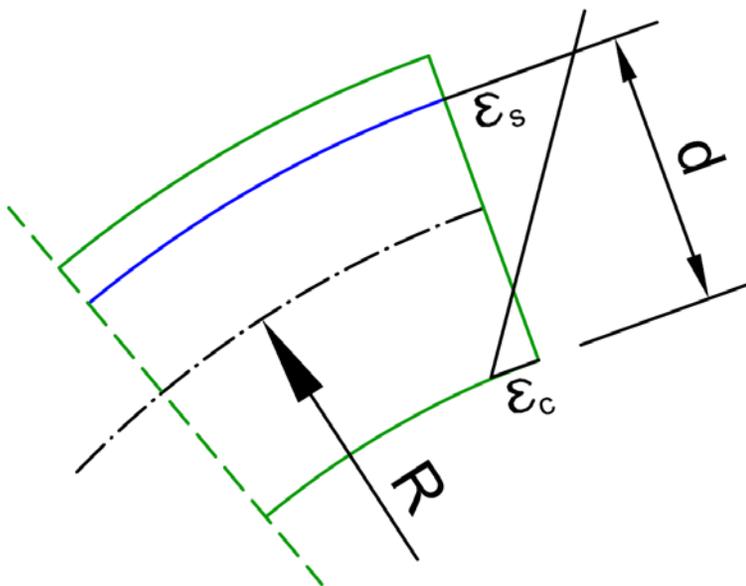


Schnitt:

- Laststufe1: Rissbildung
Vorverformung durch Luftdruck
- Laststufe2: Aufbringung der Vorspannung
Steigerung des Luftdrucks
- Laststufe3: Steigerung des Luftdrucks
Nachfahren der Spannlitzen
(Auflagerverschiebung)



Abhängig von den verwendeten Materialien



$$\chi = \frac{1}{R} = \frac{1}{22,25m} = 0,0449 \dots\dots\text{Krümmung}$$

$$\chi = \frac{\varepsilon_o + \varepsilon_u}{d}$$

ε_o Dehnung der Bewehrung:

- Baustahl: $e_{\max} = 2,75\%$
- Spannstahl: $e_{\max} \sim 9,0\%$

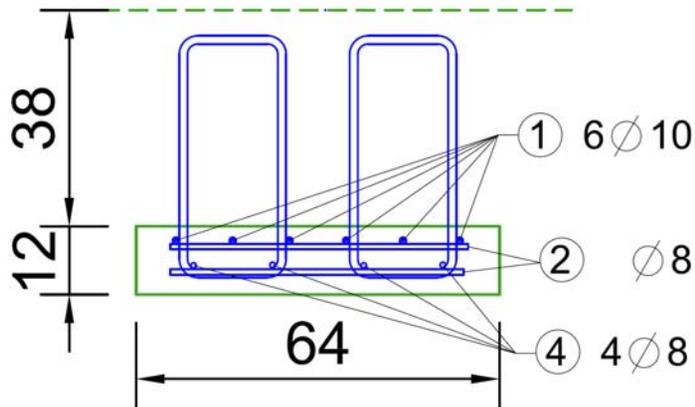
ε_u Stauchung des Betons

$$e_{c,\max} = 3,5 \%$$

→ Vorversuche:

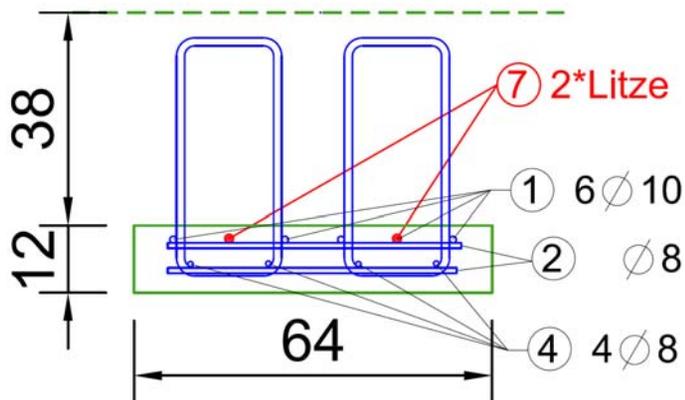
2 Plattensteifen: L=15m; B=0,64m; H=0,12cm; R=22,25m

Grenzen der möglichen Krümmung ?



-mit Baustahl als Bewehrung

$$\chi = \frac{\varepsilon_o + \varepsilon_u}{d} = \frac{0,00275 + 0,00125}{0,09m} = 0,049$$



-mit Spannstahl als schlaffe Bewehrung

$$\chi = \frac{\varepsilon_o + \varepsilon_u}{d} = \frac{0,009 + 0,00245}{0,09m} = 0,127$$

Feldversuch - Stahlbetonschale

Ort: Firmengelände der Porr AG,
Juli 2006

Beton: C30/37

Bewehrung: BSt 550 \varnothing 5 mm

Keile: XPS d = 5 cm

Schalendicke = 5 cm

Durchmesser vor Umformen = 13 m

Durchmesser nach Umformen = 11,9 m

Stich = 2,12 m



Film

