



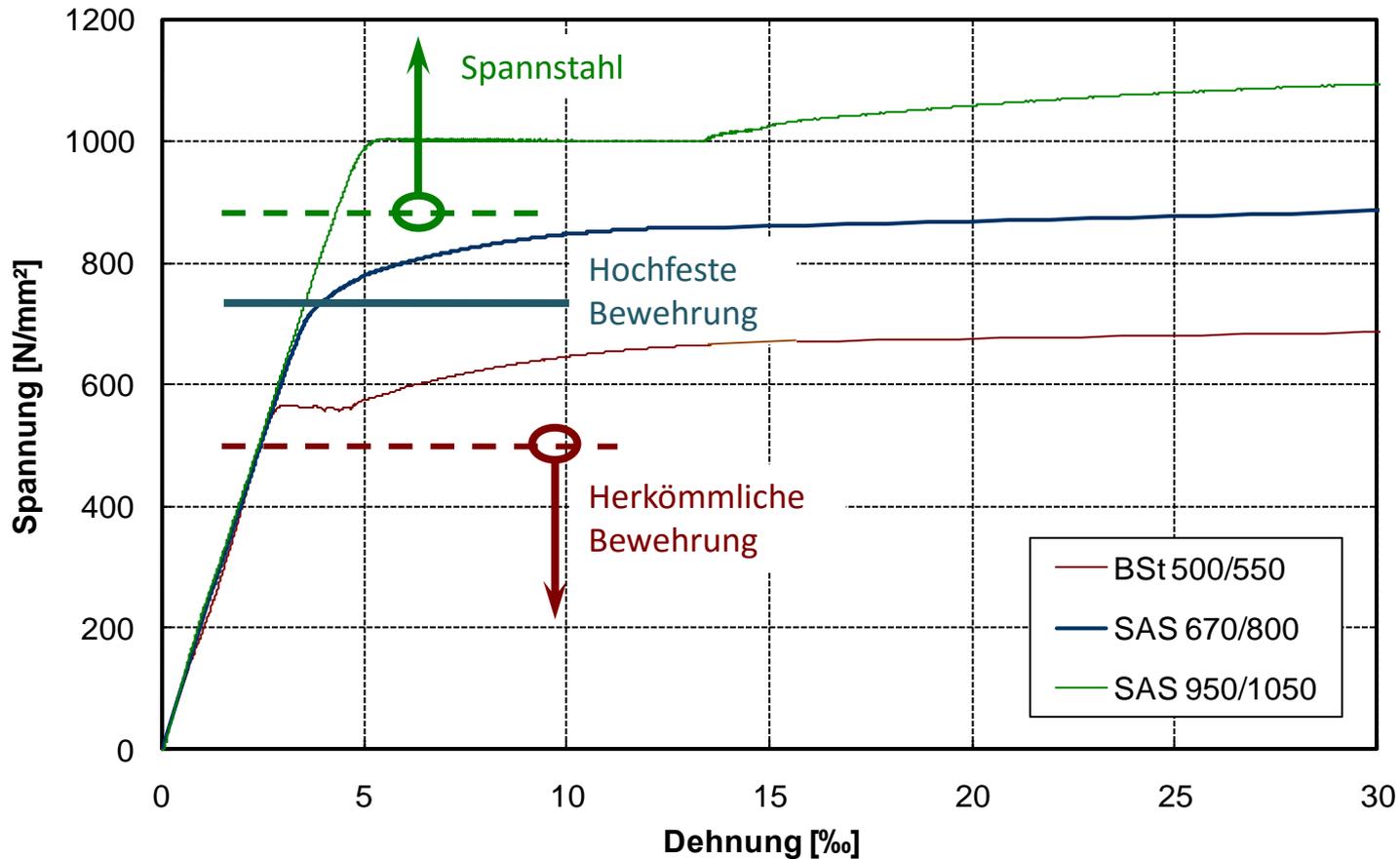
SAH
Stahlwerk Annahütte

S 670 – der neue Weg im Betonbau?

Hochfeste Bewehrung – Gestern, heute, morgen



Definition von hochfester Bewehrung



Herkömmliche Bewehrung BSt 500:

- Günstig
- Gute mechanische Eigenschaften
- Bieg- und schweißbar
- geringe Spannungsrissskorrosionsgefahr

Reaktorstahl BSt 1100:

- DIBt-Zulassung
- Verwendet für die gesamte Konstruktion des Deutschen KKW Isar II (am Netz seit 1988, app. 2400 MW)
- “Dual-design”: Gewöhnliche Lastfälle: Design Festigkeit = 500 N/mm^2
Außergew. Lastfälle: Design Festigkeit = 1100 N/mm^2

HSR (S 670) Anforderungen

Kombiniert Vorteile von normaler Bewehrung und Reaktorstahl:

- Hohe Streck- und Zugfestigkeit
- Gute Verbundeigenschaften
- Bieg- und schweißbar
- Hohe Duktilität
- Kein Spannungsrisskorrosionsrisiko





Parameter		HSR S 670	EC 2, Duktilitätskl. B
Geometrie			
Streckgrenze	f_{yk} [N/mm ²]	670	< 600
Bruchfestigkeit	f_{tk} [N/mm ²]	800	
$k = (f_t/f_y)_k$	[-]	> 1.10	≥ 1.08
Gleichmaßdehnung	e_{uk} [%]	> 5	≥ 5
Biegefähigkeit		Biege- und Rückbiegetest	
Dauerfestigkeit	σ_{fat} [N/mm ²]	150	150
Bez. Rippfenfläche	f_R [-]	> 0.07	> 0.056
Verbundfestigkeit	f_{bk} [N/mm ²]	7.2 (test)	5.6 (calc – EC 2)
Bewehrungsgrad		< 20%	< 4%/8%
Stauchung bei f_{yd}		0.291%	0.217% bzw. 0.239%

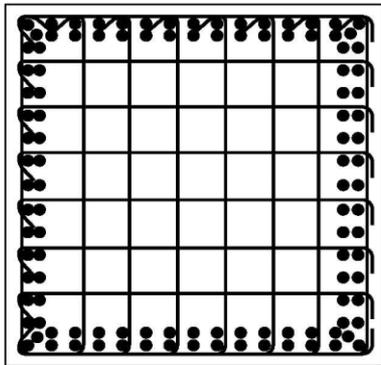
Parameter		HSR S 670	EC 2, Duktilitätskl. B
Geometrie			
Streckgrenze	f_{yk} [N/mm ²]	670	< 600
Bruchfestigkeit	f_{tk} [N/mm ²]	800	
$k = (f_t/f_y)_k$	[-]	> 1.10	≥ 1.08
Gleichmaßdehnung	e_{uk} [%]	> 5	≥ 5
Biegefähigkeit		Biege- und Rückbiegetest	
Dauerfestigkeit	σ_{fat} [N/mm ²]	150	150
Bez. Rippfenfläche	f_R [-]	> 0.07	> 0.056
Verbundfestigkeit	f_{bk} [N/mm ²]	7.2 (test)	5.6 (calc – EC 2)
Bewehrungsgrad		< 20%	< 4%/8%
Stauchung bei f_{yd}		0.291%	0.217% bzw. 0.239%

Anwendungsbereiche

- Bewehrung im Zugbereich (Volle Ausnutzung (bedingt) möglich)
 - Normal- und hoch bewehrte Bereiche
 - Gebrauchstauglichkeit maßgebend ($E_{\text{BSt } 500} / E_{\text{S } 670} \approx 1$)
- Bewehrung im Druckbereich (Volle Ausnutzung möglich)
 - Normal- und hoch bewehrte Bereiche
 - Bei Druck: $\varepsilon_{c2} = -2,0 \text{ ‰}$ (-2,2 ‰) → Erhöhung notwendig!
 - Bei Biegedruckbeanspruchung: $\varepsilon_{cu} = -3,5 \text{ ‰}$
- Schubbeanspruchung (Ausnutzung eingeschränkt)
 - Schubbewehrung: event. Begrenzung von $f_{yw k}$ auf 500 N/mm^2
 - ohne Schubbewehrung: Begrenzung der Schubschlankheiten
- Außergewöhnliche Lastfälle (Volle Ausnutzung möglich)
 - Verringerte Sicherheiten
 - kein Gebrauchstauglichkeitsnachweis

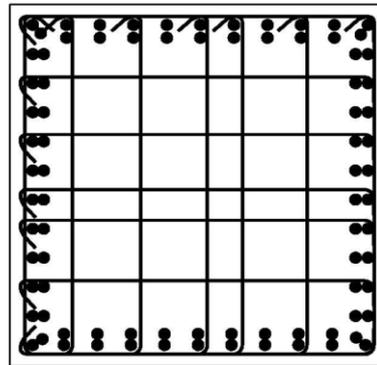
Reduktion der Bewehrungskonzentration

Vergleich einer Stütze 1.2m x 1.2m



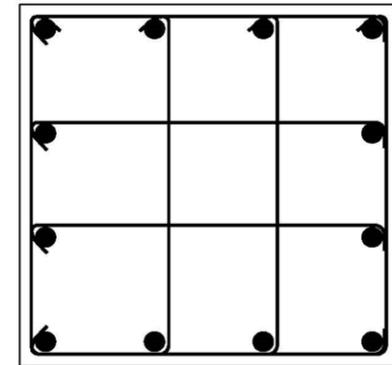
64 Ø 35mm, S 420

2.5 t/Geschoss



48 Ø 35mm, S 550

1.8 t/Geschoss



12 Ø 63mm, SAS 670

1.2 t/Geschoss

**SAS 670 spart 1.3 to (52% Reduktion)
gegenüber S 420 je Stütze und Geschoss!**

Die Zukunft: HSR[®] in Biegebauteilen

GZT (ULS)

Biegung mit/ohne Normalkraft
Schub
Rotationsvermögen

GZG (SLS)

Spannungsnachweis
Durchbiegungsbeschränkung
Rissbreitenbeschränkung

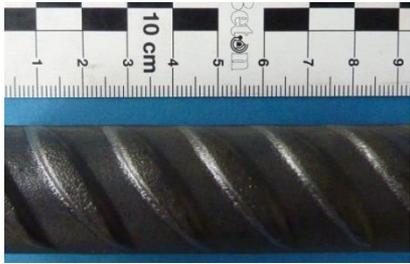
Konstruktion und Ausführung

Stababstände
Betondeckung
Verankerungs- und Übergreifungslänge

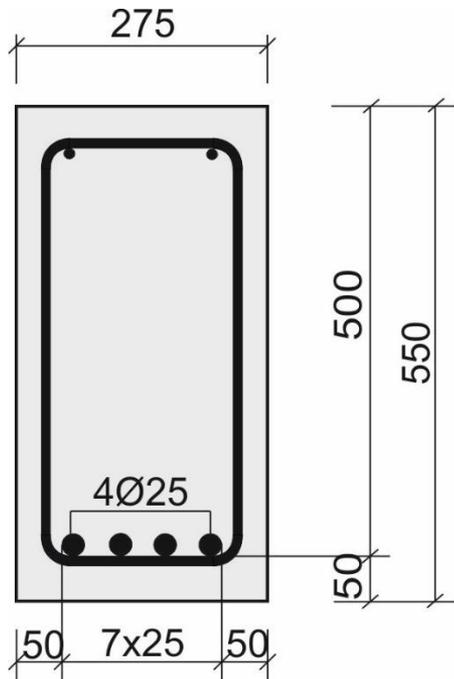
Vergleich der Stahlgüten

Parameter	S 500	S 600	S 670
Geometrie			
Streckgrenze f_{yk} [N/mm ²]	500	600	670
Bruchfestigkeit f_{tk} [N/mm ²]			800
Gleichmaßdehnung ϵ_{uk} [%]	≥ 5	≥ 5	> 5
Bez. Rippenfläche f_R [-]	> 0.056	> 0.056	> 0.07

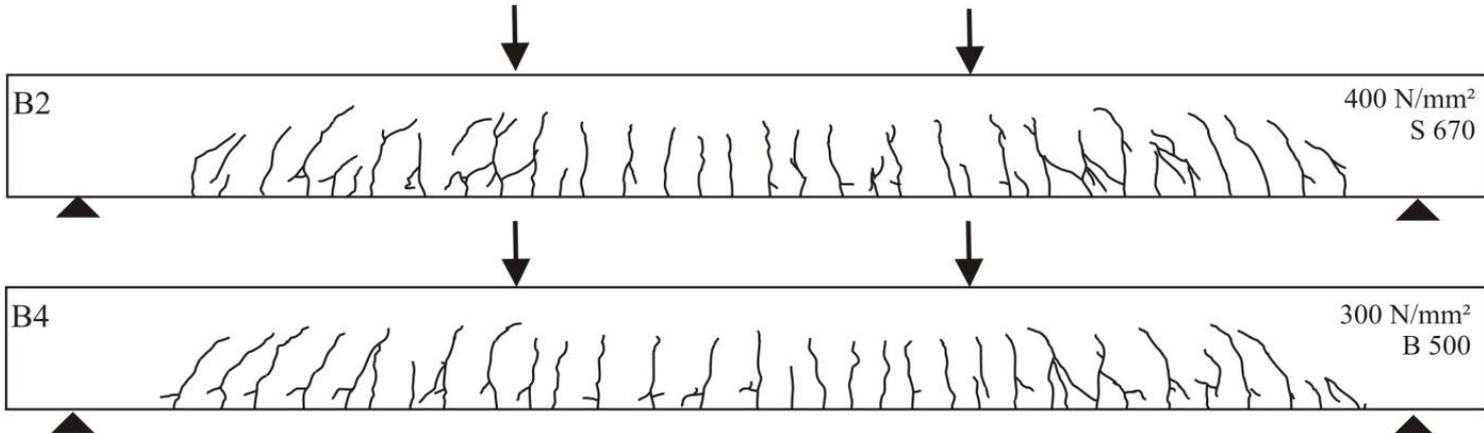
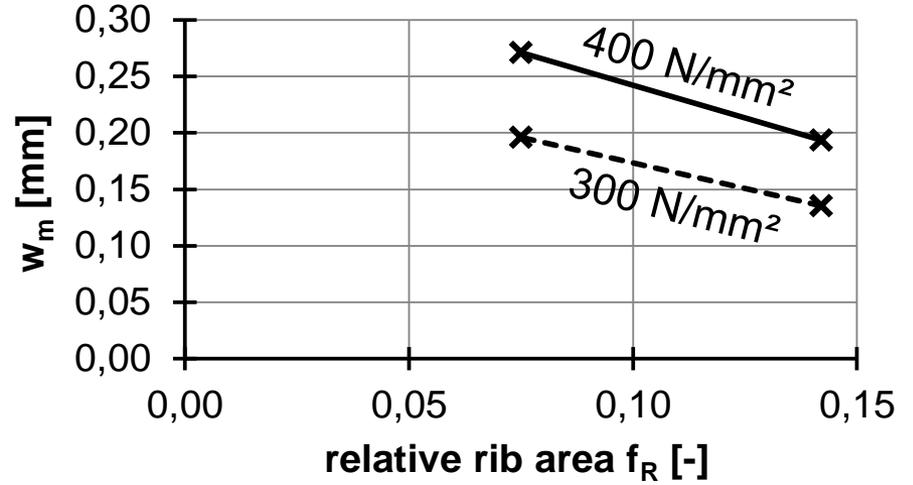
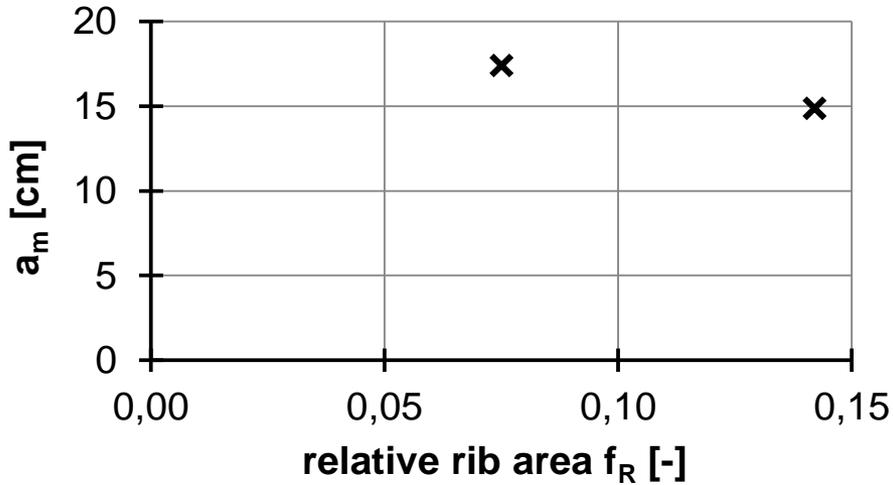
Vergleich der Stahlgüten

Parameter	S 500	S 600	S 670
Geometrie			
Streckgrenze f_{yk} [N/mm ²]	500 556	600 635	670 750
Bruchfestigkeit f_{tk} [N/mm ²]	664	730	800 860
Gleichmaßdehnung ϵ_{uk} [%]	≥ 5	≥ 5 11.9	> 5 7.1
Bez. Rippenfläche f_R [-]	> 0.056 0.075	> 0.056 0.129	> 0.07 0.142

Balkenversuche



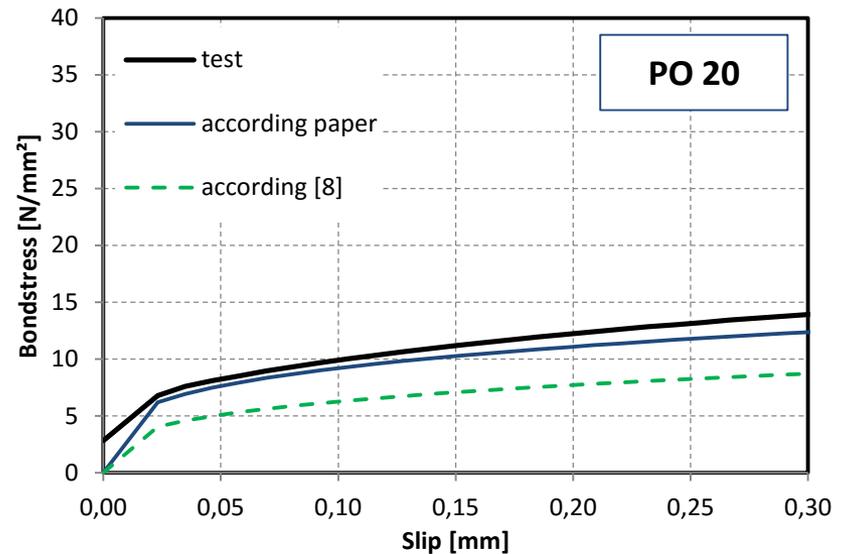
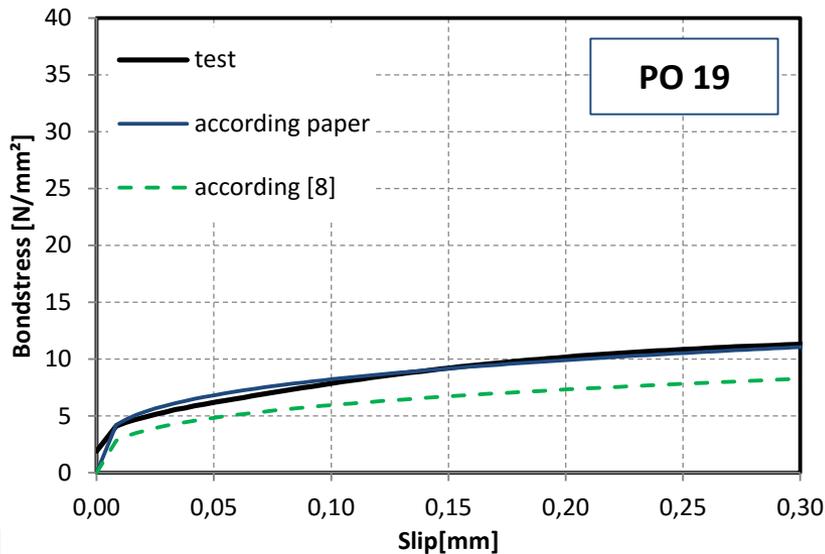
Balkenversuche



Rissbreitenberechnung

- Verbundspannungs-Schlupf-Beziehung

Allgemein	$\tau_b(x) = A + C \cdot s(x)^\alpha$
König, Tue	$\tau_b(x) = 0.310 \cdot f_{cm} \cdot s(x)^{0.30}$
Eigene Versuche	$\tau_b(x) = 0.375 \cdot f_{cm} \cdot s(x)^{0.27}$



Rissbreitenbeschränkung

Steel stress [N/mm ²]	Diameter restrictions for bars [mm]					
	w _k = 0.4 mm		w _k = 0.3 mm		w _k = 0.2 mm	
	Data acc. to EC 2	S 670	Data acc. to EC 2	S 670	Data acc. to EC 2	S 670
160	40	57.5	32	43	25	35
200	32	43	25	35	16	25
240	20	35	16	30	12	18
280	16	30	12	25	8	
320	12	25	10	18	6	
360	10	22	8		5	
400	8	18	6		4	
450	6		5		-	

The data of this spreadsheet is based on the following assumptions:
 EC 2:
 c = 25 mm; f_{ct,eff} = 2.9 N/mm²; h_{cr} = 0.5; (h-d) = 0.1h; k₁ = 0.8; k₂ = 0.5; k_c = 0.4; k = 1.0; k₁ = 0.4; k' = 1.0
 Data new:
 c = Min(25 mm; Ø_s); f_{ct,eff} = 2.9 N/mm²; h_{cr} = 0.5; (h-d) = (c+Ø_s/2); k₁ as given in Figure 10:
 k₂ = 0.5; k_c = 0.4; k = 1.0; k₁ = 0.4; k' = 1.0

Zusammenfassung

- **Gestern:** Hochfeste Bewehrung ist relativ.
- **Heute:** New York steht auf hochfeste(r) Bewehrung
- **Morgen:** S 670 ist ein neuer Weg.
S 670 ist ein neuer Weg.

