

## DECKEN UND UNTERZÜGE

Alle Decken einschließlich der Unterzüge in Stahlbeton.

Decken (Platten) sind ebene, durch Kräfte rechtwinklig zur Mittelachse vorwiegend auf Biegung beanspruchte, flächenförmige Bauteile, dessen kleinste Stützweite mindestens das Dreifache seiner Bauteildicke beträgt und mit einer Bauteilbreite von mindestens der fünffachen Bauteildicke.

Balken und Plattenbalken sind stabförmige, vorwiegend auf Biegung beanspruchte mit einer Stützweite von mindestens der dreifachen Querschnittshöhe und mit einer Querschnitts- bzw. Stegbreite von höchstens der fünffachen Querschnittshöhe.

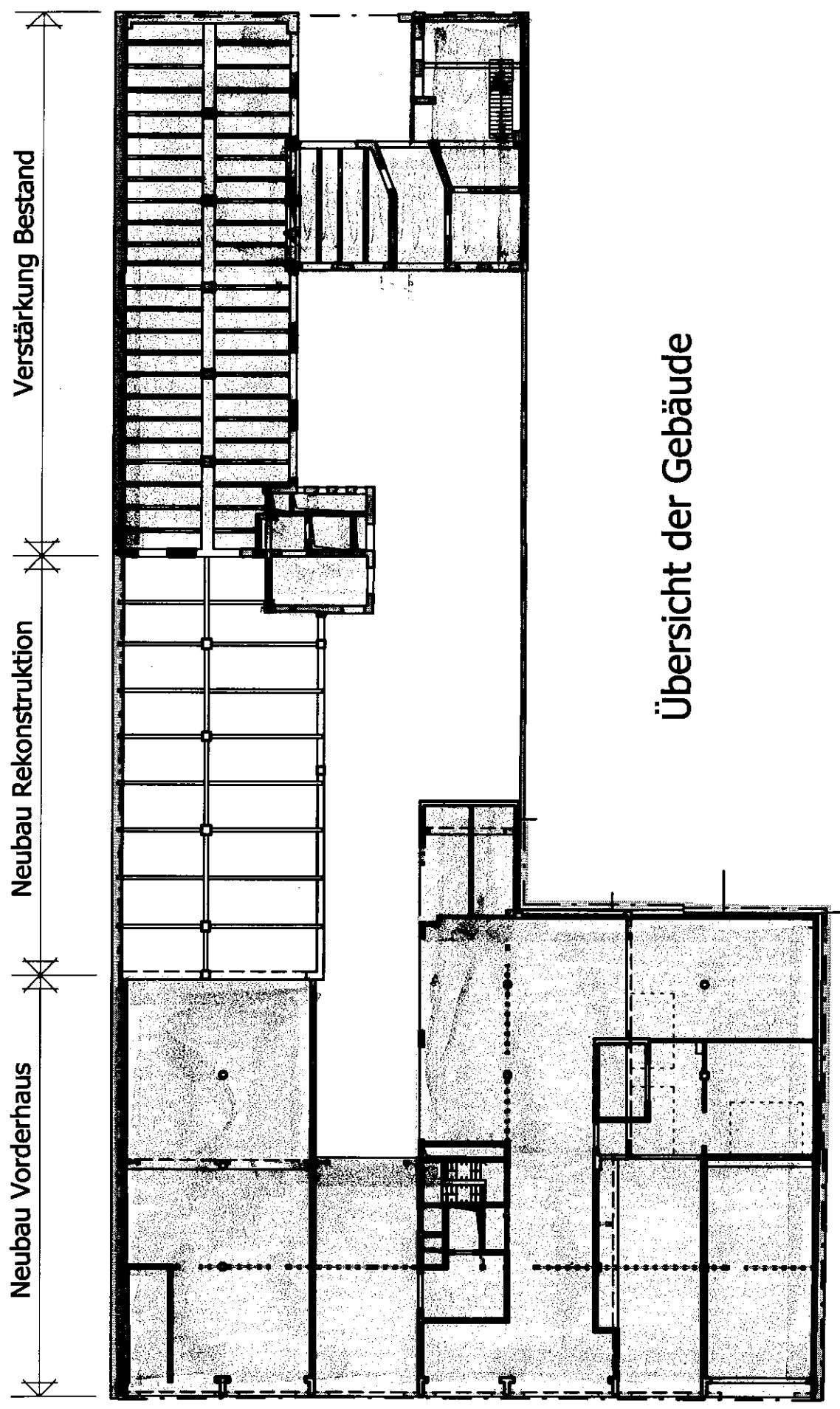
### Mindestdicken von Vollplatten aus Ortbeton

nach DIN EN 1992-1-1, EUROCODE 2

- |  |        |
|--|--------|
| • allgemein  | 70 mm  |
| • für Platten mit Querkraftbewehrung in Form von Aufbiegungen    | 160 mm |
| • für Platten mit Querkraftbewehrung in Form von Querkraftbügeln | 200 mm |

### Übersicht der Deckenberechnungen

- Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens
- Berechnung zur Rissbreitenbegrenzung
- Deckenberechnungen



Übersicht der Gebäude

# STAHLBETONDECKE h = 15 cm

Decke 4., 3., 2., 1.OG und EG (Rekonstruktion)

Berechnung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens  
- siehe DIN EN 1992-1-1:2011 + NA:2011, Abs 9.3.1.1 und 9.2.1.1

Betongüte C 30 / 37

$$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$$

Betonstahl BSt 500 S (A)

$$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$$

Bauteildicke

$$h = 150 \text{ mm}$$

Betondeckung

$$c_v = 35 \text{ mm}$$

Durchmesser der Bewehrung

1. Lage

$$d_{s1} = 8 \text{ mm}$$

2. Lage

$$d_{s2} = 8 \text{ mm}$$

Statische Nutzhöhe

Richtung 1. Lage

$$d_1 = 111 \text{ mm}$$

Richtung 2. Lage

$$d_2 = 103 \text{ mm}$$

Abstand der Bewehrung von der Schwerachse

1. Lage

$$z_{s1} = 36 \text{ mm}$$

2. Lage

$$z_{s2} = 28 \text{ mm}$$

innerer Hebelarm im Zustand II

Richtung 1. Lage

$$z_1 = 99,9 \text{ mm}$$

Richtung 2. Lage

$$z_2 = 92,7 \text{ mm}$$

Widerstandsmoment (Zustand I)

$$W_o = 3750 \text{ cm}^3/\text{m}$$

Fläche des Betonquerschnitts (Zustand I)

$$A_o = 1500 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Normalkraft (Druck mit -)

Richtung 1. Lage

$$N_1 = 0,0 \text{ kN/m}$$

Richtung 2. Lage

$$N_2 = 0,0 \text{ kN/m}$$

Mindestbewehrung

1. Lage

$$a_{s1,min} = 2,18 \text{ cm}^2/\text{m}$$

2. Lage

$$a_{s2,min} = 2,35 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,min} = [f_{ctm} \cdot W_o + N \cdot (z_1 - z_{s1} - W_o/A_o)] / (z_1 \cdot f_{yk})$$

# STAHLBETONDECKE h = 18 cm

Decke über 4.OG (Terrasse)

Berechnung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens  
- siehe DIN EN 1992-1-1:2011 + NA:2011, Abs 9.3.1.1 und 9.2.1.1

Betongüte	C 30 / 37	$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl	BSt 500 S (A)	$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$
Bauteildicke		$h = 180 \text{ mm}$
Betondeckung		$c_v = 35 \text{ mm}$
Durchmesser der Bewehrung	1. Lage	$d_{s1} = 8 \text{ mm}$
	2. Lage	$d_{s2} = 8 \text{ mm}$
Statische Nutzhöhe	Richtung 1. Lage	$d_1 = 141 \text{ mm}$
	Richtung 2. Lage	$d_2 = 133 \text{ mm}$
Abstand der Bewehrung von der Schwerachse	1. Lage	$z_{s1} = 51 \text{ mm}$
	2. Lage	$z_{s2} = 43 \text{ mm}$
innerer Hebelarm im Zustand II	Richtung 1. Lage	$z_1 = 126,9 \text{ mm}$
	Richtung 2. Lage	$z_2 = 119,7 \text{ mm}$
Widerstandsmoment (Zustand I)		$W_c = 5400 \text{ cm}^3/\text{m}$
Fläche des Betonquerschnitts (Zustand I)		$A_c = 1800 \text{ cm}^2/\text{m}$
Normalkraft (Druck mit -)	Richtung 1. Lage	$N_1 = 0,0 \text{ kN/m}$
	Richtung 2. Lage	$N_2 = 0,0 \text{ kN/m}$
Mindestbewehrung	1. Lage	$a_{s1,min} = 2,47 \text{ cm}^2/\text{m}$
$a_{s,min} = [f_{ctm} \cdot W_c + N \cdot (z_1 - z_{s1} - W_c / A_c)] / (z_1 \cdot f_{yk})$	2. Lage	$a_{s2,min} = 2,62 \text{ cm}^2/\text{m}$

# STAHLBETONDECKE h = 20 cm

Decke über 5. und 6.OG, Terrasse über 1. und 2.OG

Berechnung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens  
- siehe DIN EN 1992-1-1:2011 + NA:2011, Abs 9.3.1.1 und 9.2.1.1

Betongüte C 30 / 37

$$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$$

Betonstahl BSt 500 S (A)

$$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$$

Bauteildicke

$$h = 200 \text{ mm}$$

Betondeckung

$$c_v = 35 \text{ mm}$$

Durchmesser der Bewehrung

1. Lage

$$d_{s1} = 10 \text{ mm}$$

2. Lage

$$d_{s2} = 10 \text{ mm}$$

Statische Nutzhöhe

Richtung 1. Lage

$$d_1 = 160 \text{ mm}$$

Richtung 2. Lage

$$d_2 = 150 \text{ mm}$$

Abstand der Bewehrung von der Schwerachse

1. Lage

$$z_{s1} = 60 \text{ mm}$$

2. Lage

$$z_{s2} = 50 \text{ mm}$$

innerer Hebelarm im Zustand II

Richtung 1. Lage

$$z_1 = 144 \text{ mm}$$

Richtung 2. Lage

$$z_2 = 135 \text{ mm}$$

Widerstandsmoment (Zustand I)

$$W_c = 6667 \text{ cm}^3/\text{m}$$

Fläche des Betonquerschnitts (Zustand I)

$$A_c = 2000 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Normalkraft (Druck mit -)

Richtung 1. Lage

$$N_1 = 0,0 \text{ kN/m}$$

Richtung 2. Lage

$$N_2 = 0,0 \text{ kN/m}$$

Mindestbewehrung

1. Lage

$$a_{s1,min} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

2. Lage

$$a_{s2,min} = 2,86 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,min} = [f_{ctm} \cdot W_c + N \cdot (z_1 - z_{s1} - W_c / A_c)] / (z_1 \cdot f_{yk})$$

# STAHLBETONDECKE h = 25 cm

Decke über 4.OG (Terrasse), Decke über 4.UG (nicht befahrbar)

Berechnung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens  
- siehe DIN EN 1992-1-1:2011 + NA:2011, Abs 9.3.1.1 und 9.2.1.1

Betongüte	C 30 / 37	$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl	BSt 500 S (A)	$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$
Bauteildicke		$h = 250 \text{ mm}$
Betondeckung		$c_v = 35 \text{ mm}$
Durchmesser der Bewehrung	1. Lage	$d_{s1} = 10 \text{ mm}$
	2. Lage	$d_{s2} = 10 \text{ mm}$
Statische Nutzhöhe	Richtung 1. Lage	$d_1 = 210 \text{ mm}$
	Richtung 2. Lage	$d_2 = 200 \text{ mm}$
Abstand der Bewehrung von der Schwerachse	1. Lage	$z_{s1} = 85 \text{ mm}$
	2. Lage	$z_{s2} = 75 \text{ mm}$
innerer Hebelarm im Zustand II	Richtung 1. Lage	$z_1 = 189 \text{ mm}$
	Richtung 2. Lage	$z_2 = 180 \text{ mm}$
Widerstandsmoment (Zustand I)		$W_c = 10417 \text{ cm}^3/\text{m}$
Fläche des Betonquerschnitts (Zustand I)		$A_c = 2500 \text{ cm}^2/\text{m}$
Normalkraft (Druck mit -)	Richtung 1. Lage	$N_1 = 0,0 \text{ kN/m}$
	Richtung 2. Lage	$N_2 = 0,0 \text{ kN/m}$
Mindestbewehrung	1. Lage	$a_{s1,min} = 3,20 \text{ cm}^2/\text{m}$
$a_{s,min} = [f_{ctm} \cdot W_c + N \cdot (z_1 - z_{s1} - W_c/A_c)] / (z_1 \cdot f_{yk})$	2. Lage	$a_{s2,min} = 3,36 \text{ cm}^2/\text{m}$

# STAHLBETONDECKE h = 25 cm

Decke über 4.OG (Terrasse)

Berechnung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens  
- siehe DIN EN 1992-1-1:2011 + NA:2011, Abs 9.3.1.1 und 9.2.1.1

Betongüte C 30 / 37

$$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$$

Betonstahl BSt 500 S (A)

$$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$$

Bauteildicke

$$h = 250 \text{ mm}$$

Betondeckung

$$c_v = 55 \text{ mm}$$

Durchmesser der Bewehrung

1. Lage

$$d_{s1} = 10 \text{ mm}$$

2. Lage

$$d_{s2} = 10 \text{ mm}$$

Statische Nutzhöhe

Richtung 1. Lage

$$d_1 = 190 \text{ mm}$$

Richtung 2. Lage

$$d_2 = 180 \text{ mm}$$

Abstand der Bewehrung von der Schwerachse

1. Lage

$$z_{s1} = 65 \text{ mm}$$

2. Lage

$$z_{s2} = 55 \text{ mm}$$

innerer Hebelarm im Zustand II

Richtung 1. Lage

$$z_1 = 171 \text{ mm}$$

Richtung 2. Lage

$$z_2 = 162 \text{ mm}$$

Widerstandsmoment (Zustand I)

$$W_c = 10417 \text{ cm}^3/\text{m}$$

Fläche des Betonquerschnitts (Zustand I)

$$A_c = 2500 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Normalkraft (Druck mit -)

Richtung 1. Lage

$$N_1 = 0,0 \text{ kN/m}$$

Richtung 2. Lage

$$N_2 = 0,0 \text{ kN/m}$$

Mindestbewehrung

1. Lage

$$a_{s1,min} = 3,53 \text{ cm}^2/\text{m}$$

2. Lage

$$a_{s2,min} = 3,73 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,min} = [f_{ctm} \cdot W_c + N \cdot (z_1 - z_{s1} - W_c / A_c)] / (z_1 \cdot f_{yk})$$

# STAHLBETONDECKE h = 28 cm

Decke über 4., 3., 2., 1. OG, Decke über EG (Innenbereich)

Berechnung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens  
- siehe DIN EN 1992-1-1:2011 + NA:2011, Abs 9.3.1.1 und 9.2.1.1

Betongüte C 30 / 37

$$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$$

Betonstahl BSt 500 S (A)

$$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$$

Bauteildicke

$$h = 280 \text{ mm}$$

Betondeckung

$$c_v = 20 \text{ mm}$$

Durchmesser der Bewehrung

1. Lage

$$d_{s1} = 10 \text{ mm}$$

2. Lage

$$d_{s2} = 10 \text{ mm}$$

Statische Nutzhöhe

Richtung 1. Lage

$$d_1 = 255 \text{ mm}$$

Richtung 2. Lage

$$d_2 = 245 \text{ mm}$$

Abstand der Bewehrung von der Schwerachse

1. Lage

$$z_{s1} = 115 \text{ mm}$$

2. Lage

$$z_{s2} = 105 \text{ mm}$$

innerer Hebelarm im Zustand II

Richtung 1. Lage

$$z_1 = 229,5 \text{ mm}$$

Richtung 2. Lage

$$z_2 = 220,5 \text{ mm}$$

Widerstandsmoment (Zustand I)

$$W_c = 13067 \text{ cm}^3/\text{m}$$

Fläche des Betonquerschnitts (Zustand I)

$$A_c = 2800 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Normalkraft (Druck mit -)

Richtung 1. Lage

$$N_1 = 0,0 \text{ kN/m}$$

Richtung 2. Lage

$$N_2 = 0,0 \text{ kN/m}$$

Mindestbewehrung

1. Lage

$$a_{s1,min} = 3,30 \text{ cm}^2/\text{m}$$

2. Lage

$$a_{s2,min} = 3,44 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,min} = [f_{ctm} \cdot W_c + N \cdot (z_1 - z_{s1} - W_c / A_c)] / (z_1 \cdot f_{yk})$$



# STAHLBETONDECKE h = 28 cm

Decke über 3.OG (Terrasse), Decke über EG (Durchfahrt), Decke über EG (Aussenbereich)

**Berechnung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens**  
- siehe DIN EN 1992-1-1:2011 + NA:2011, Abs 9.3.1.1 und 9.2.1.1

**Betongüte C 30 / 37**

$$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$$

Betonstahl BSt 500 S (A)

$$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$$

Bauteildicke

$$h = 280 \text{ mm}$$

Betondeckung

$$c_v = 35 \text{ mm}$$

Durchmesser der Bewehrung

1. Lage

$$d_{s1} = 12 \text{ mm}$$

2. Lage

$$d_{s2} = 12 \text{ mm}$$

Statische Nutzhöhe

Richtung 1. Lage

$$d_1 = 239 \text{ mm}$$

Richtung 2. Lage

$$d_2 = 227 \text{ mm}$$

Abstand der Bewehrung von der Schwerachse

1. Lage

$$z_{s1} = 99 \text{ mm}$$

2. Lage

$$z_{s2} = 87 \text{ mm}$$

innerer Hebelarm im Zustand II

Richtung 1. Lage

$$z_1 = 215,1 \text{ mm}$$

Richtung 2. Lage

$$z_2 = 204,3 \text{ mm}$$

Widerstandsmoment (Zustand I)

$$W_c = 13067 \text{ cm}^3/\text{m}$$

Fläche des Betonquerschnitts (Zustand I)

$$A_c = 2800 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Normalkraft (Druck mit -)

Richtung 1. Lage

$$N_1 = 0,0 \text{ kN/m}$$

Richtung 2. Lage

$$N_2 = 0,0 \text{ kN/m}$$

**Mindestbewehrung**

1. Lage

$$a_{s1,min} = 3,52 \text{ cm}^2/\text{m}$$

2. Lage

$$a_{s2,min} = 3,71 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,min} = [f_{ctm} \cdot W_c + N \cdot (z_1 - z_{s1} - W_c / A_c)] / (z_1 \cdot f_{yk})$$

# STAHLBETONDECKE h = 30 cm

Decke über 1.UG (Innenbereich)

Berechnung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens  
- siehe DIN EN 1992-1-1:2011 + NA:2011, Abs 9.3.1.1 und 9.2.1.1

Betongüte	C 30 / 37	$f_{ctm}$	=	2,90 N/mm <sup>2</sup>
Betonstahl	BSt 500 S (A)	$f_{yk}$	=	500,0 N/mm <sup>2</sup>
Bauteildicke		h	=	300 mm
Betondeckung		$c_v$	=	20 mm
Durchmesser der Bewehrung	1. Lage	$d_{s1}$	=	12 mm
	2. Lage	$d_{s2}$	=	12 mm
Statische Nutzhöhe	Richtung 1. Lage	$d_1$	=	274 mm
	Richtung 2. Lage	$d_2$	=	262 mm
Abstand der Bewehrung von der Schwerachse	1. Lage	$z_{s1}$	=	124 mm
	2. Lage	$z_{s2}$	=	112 mm
innerer Hebelarm im Zustand II	Richtung 1. Lage	$z_1$	=	246,6 mm
	Richtung 2. Lage	$z_2$	=	235,8 mm
Widerstandsmoment (Zustand I)		$W_c$	=	15000 cm <sup>3</sup> /m
Fläche des Betonquerschnitts (Zustand I)		$A_c$	=	3000 cm <sup>2</sup> /m
Normalkraft (Druck mit -)	Richtung 1. Lage	$N_1$	=	0,0 kN/m
	Richtung 2. Lage	$N_2$	=	0,0 kN/m
Mindestbewehrung	1. Lage	$a_{s1,min}$	=	3,53 cm <sup>2</sup> /m
$a_{s,min} = [f_{ctm} \cdot W_c + N \cdot (z_1 - z_{s1} - W_c / A_c)] / (z_1 \cdot f_{yk})$	2. Lage	$a_{s2,min}$	=	3,69 cm <sup>2</sup> /m

# STAHLBETONDECKE h = 30 cm

Decke über 1.UG (Durchfahrt), Decke über 2.UG, Decke über 3.UG

Berechnung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens  
- siehe DIN EN 1992-1-1:2011 + NA:2011, Abs 9.3.1.1 und 9.2.1.1

Betongüte	C 30 / 37	$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl	BSt 500 S (A)	$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$
Bauteildicke		$h = 300 \text{ mm}$
Betondeckung		$c_v = 35 \text{ mm}$
Durchmesser der Bewehrung	1. Lage 2. Lage	$d_{s1} = 12 \text{ mm}$ $d_{s2} = 12 \text{ mm}$
Statische Nutzhöhe	Richtung 1. Lage Richtung 2. Lage	$d_1 = 259 \text{ mm}$ $d_2 = 247 \text{ mm}$
Abstand der Bewehrung von der Schwerachse	1. Lage 2. Lage	$z_{s1} = 109 \text{ mm}$ $z_{s2} = 97 \text{ mm}$
innerer Hebelarm im Zustand II	Richtung 1. Lage Richtung 2. Lage	$z_1 = 233,1 \text{ mm}$ $z_2 = 222,3 \text{ mm}$
Widerstandsmoment (Zustand I)		$W_c = 15000 \text{ cm}^3/\text{m}$
Fläche des Betonquerschnitts (Zustand I)		$A_c = 3000 \text{ cm}^2/\text{m}$
Normalkraft (Druck mit -)	Richtung 1. Lage Richtung 2. Lage	$N_1 = 0,0 \text{ kN/m}$ $N_2 = 0,0 \text{ kN/m}$
Mindestbewehrung	1. Lage 2. Lage	$a_{s1,min} = 3,73 \text{ cm}^2/\text{m}$ $a_{s2,min} = 3,91 \text{ cm}^2/\text{m}$
$a_{s,min} = [f_{ctm} \cdot W_c + N \cdot (z_1 - z_{s1} - W_c / A_c)] / (z_1 \cdot f_{yk})$		

# STAHLBETONDECKE h = 30 cm

## Rampe

**Berechnung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens**  
- siehe DIN EN 1992-1-1:2011 + NA:2011, Abs 9.3.1.1 und 9.2.1.1

**Betongüte C 30 / 37**

$$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$$

Betonstahl BSt 500 S (A)

$$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$$

Bauteildicke

$$h = 300 \text{ mm}$$

Betondeckung

$$c_v = 55 \text{ mm}$$

Durchmesser der Bewehrung

1. Lage

$$d_{s1} = 12 \text{ mm}$$

2. Lage

$$d_{s2} = 12 \text{ mm}$$

Statische Nutzhöhe

Richtung 1. Lage

$$d_1 = 239 \text{ mm}$$

Richtung 2. Lage

$$d_2 = 227 \text{ mm}$$

Abstand der Bewehrung von der Schwerachse

1. Lage

$$z_{s1} = 89 \text{ mm}$$

2. Lage

$$z_{s2} = 77 \text{ mm}$$

innerer Hebelarm im Zustand II

Richtung 1. Lage

$$z_1 = 215,1 \text{ mm}$$

Richtung 2. Lage

$$z_2 = 204,3 \text{ mm}$$

Widerstandsmoment (Zustand I)

$$W_c = 15000 \text{ cm}^3/\text{m}$$

Fläche des Betonquerschnitts (Zustand I)

$$A_c = 3000 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Normalkraft (Druck mit -)

Richtung 1. Lage

$$N_1 = 0,0 \text{ kN/m}$$

Richtung 2. Lage

$$N_2 = 0,0 \text{ kN/m}$$

**Mindestbewehrung**

1. Lage

$$a_{s1,min} = 4,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

2. Lage

$$a_{s2,min} = 4,26 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,min} = [f_{ctm} \cdot W_c + N \cdot (z_1 - z_{s1} - W_c / A_c)] / (z_1 \cdot f_{yk})$$

# STAHLBETONDECKE h = 70 cm

Decke über 1.UG (Rekonstruktion)

Berechnung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens  
- siehe DIN EN 1992-1-1:2011 + NA:2011, Abs 9.3.1.1 und 9.2.1.1

Betongüte C 30 / 37

$$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$$

Betonstahl BSt 500 S (A)

$$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$$

Bauteildicke

$$h = 700 \text{ mm}$$

Betondeckung

$$c_v = 20 \text{ mm}$$

Durchmesser der Bewehrung

1. Lage

$$d_{s1} = 16 \text{ mm}$$

2. Lage

$$d_{s2} = 16 \text{ mm}$$

Statische Nutzhöhe

Richtung 1. Lage

$$d_1 = 672 \text{ mm}$$

Richtung 2. Lage

$$d_2 = 656 \text{ mm}$$

Abstand der Bewehrung von der Schwerachse

1. Lage

$$z_{s1} = 322 \text{ mm}$$

2. Lage

$$z_{s2} = 306 \text{ mm}$$

innerer Hebelarm im Zustand II

Richtung 1. Lage

$$z_1 = 604,8 \text{ mm}$$

Richtung 2. Lage

$$z_2 = 590,4 \text{ mm}$$

Widerstandsmoment (Zustand I)

$$W_c = 81667 \text{ cm}^3/\text{m}$$

Fläche des Betonquerschnitts (Zustand I)

$$A_c = 7000 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Normalkraft (Druck mit -)

Richtung 1. Lage

$$N_1 = 0,0 \text{ kN/m}$$

Richtung 2. Lage

$$N_2 = 0,0 \text{ kN/m}$$

Mindestbewehrung

1. Lage

$$a_{s1,min} = 7,83 \text{ cm}^2/\text{m}$$

2. Lage

$$a_{s2,min} = 8,02 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,min} = [f_{ctm} \cdot W_c + N \cdot (z_1 - z_{s1} - W_c/A_c)] / (z_1 \cdot f_{yk})$$

## ÜBERSICHT DER DECKENPLATTEN ZUR BERECHNUNG DER RISSWEITEBESCHRÄNKUNG

**Berechnung der Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite**  
nach DIN EN 1992-1-1:2011, Abs 7.3.4

Bauteil	Rissbreite $w_k$	Expositionsklasse		Deckenstärke
		oben	unten	
Decke über 6.OG	0,3mm	XC3	XC1	h=20cm
Decke über 5.OG	0,3mm	XC3	XC1	h=20cm
Decke über 1.OG (Terrasse)	0,3mm	XC3	XC1	h=20cm
Decke über 2.OG (Terrasse)	0,3mm	XC3	XC1	h=20cm
Decke über 4.OG	0,4mm	XC1	XC1	h=28cm
Decke über 3.OG	0,4mm	XC1	XC1	h=28cm
Decke über 2.OG	0,4mm	XC1	XC1	h=28cm
Decke über 1.OG	0,4mm	XC1	XC1	h=28cm
Decke über EG (Innenbereich)	0,4mm	XC1	XC1	h=28cm
Decke über 4.OG (Terrasse)	0,3mm	XC3	XC1	h=25cm
Decke über 4.OG (Terrasse)	0,3mm	XC3	XC1	h=18cm
Decke über 3.OG (Terrasse)	0,3mm	XC3	XC1	h=28cm
Decke über EG (Durchfahrt)	0,3mm	XC3	XC1	h=28cm
Decke über EG (Aussenbereich)	0,3mm	XC3	XC1	h=28cm
Decke über 1.UG (Innenbereich)	0,4mm	XC1	XC1	h=30cm

Bauteil	Rissbreite $w_k$	Expositionsklasse		Deckenstärke
		oben	unten	
Decke über 1.UG (Durchfahrt)	0,3mm	XC3	XC1	h=30cm
Decke über 2.UG	0,3mm	XC1	XC3	h=30cm
Decke über 3.UG	0,3mm	XC3	XC3	h=30cm
Decke über 1.UG	0,3mm	XC1	XC1	h=70cm
Decke über 4.UG (befahrbar)	0,3mm	XD1	XC3	h=25cm
Decke über 4.UG (nicht befahrbar)	0,3mm	XC3	XC3	h=25cm
Rampe	0,3mm	XD1	XC3	h=30cm
Decke über 4.OG (Rekonstruktion)	0,3mm	XC3	XC1	h=15cm

## S T A H L B E T O N D E C K E      h = 20 cm

Decke über 5. und 6.OG, Terrasse über 1. und 2.OG

**Berechnung der Rissbreite unter zentrischem Zwang nach DIN EN 1992-1-1:2011, Abs 7.3.4**

**Betongüte C 30 / 37**

$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$

$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$

### frühe Rissbildung - infolge abfließender Hydratationswärme

wirksame Zugfestigkeit des Betons  
zum betrachteten Zeitpunkt.

$f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm} = 1,89 \text{ N/mm}^2$

**Betonstahl BSt 500 S (A)**

$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

**Bauteildicke**

**h = 200 mm**

	obere Bewehrung		untere Bewehrung	
Betondeckung	35 mm		20 mm	
	1.Lage	2.Lage	1.Lage	2.Lage
Matten	Ø -	Ø -	Ø -	Ø -
	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m
Rundstahl	Ø 10 - 10,0	Ø 10 - 10,0	Ø 8 - 10,0	Ø 8 - 10,0
	7,85 cm <sup>2</sup> /m	7,85 cm <sup>2</sup> /m	5,03 cm <sup>2</sup> /m	5,03 cm <sup>2</sup> /m
$e_{s,lim}$	200,0 mm	250,0 mm	120,0 mm	160,0 mm
$A_{ct}$	100000 mm <sup>2</sup>	100000 mm <sup>2</sup>	100000 mm <sup>2</sup>	100000 mm <sup>2</sup>
$\sigma_s = \sigma_{sr}$	192,0 N/mm <sup>2</sup>	192,0 N/mm <sup>2</sup>	300,0 N/mm <sup>2</sup>	300,0 N/mm <sup>2</sup>
$d_i$	40 mm	50 mm	24 mm	32 mm
$h/d_i$	5,00	4,00	8,33	6,25
$h_{c,ef}$	100 mm	100 mm	68 mm	84 mm
$A_{c,eff}$	100000 mm <sup>2</sup>	100000 mm <sup>2</sup>	68000 mm <sup>2</sup>	84000 mm <sup>2</sup>
$\rho_{p,eff}$	0,0079	0,0079	0,0074	0,0060
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_1$	0,00046	0,00046	0,00097	0,00085
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_2$	0,00058	0,00058	0,00090	0,00090
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_{\max(1,2)}$	0,00058	0,00058	0,00097	0,00090
$s_{r,max,1}$	353,7 mm	353,7 mm	300,6 mm	371,4 mm
$s_{r,max,2}$	282,9 mm	282,9 mm	353,7 mm	353,7 mm
$s_{r,max,3}$	mm	mm	mm	mm
$s_{r,max} (\min 1,2,3)$	282,9 mm	282,9 mm	300,6 mm	353,7 mm
$w_k$	0,163 mm	0,163 mm	0,291 mm	0,318 mm
$w_{k,zul}$	0,30 mm		0,40 mm	



## Faktoren und Beiwerte

Verhältniss der Elastizitätsmoduln  $\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,06$

Faktor (Lasteinwirkungsdauer) bei langfristiger Lasteinwirkung  $k_t = 0,4$

Faktor für Berücksichtigung der Spannungsverteilung innerhalb der Zugzone  
- für zentrischen Zug  $k_c = 1,00$   
(Platte bleibt unterstützt)

Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen  
und weiteren risskraftreduzierenden Einflüssen

Fall a) Zugspannungen infolge im Bauteil selbst hervorgerufenen Zwangs  
(z.B. Eigenspannungen infolge Abfließens der Hydratationswärme)  
die k Werte im Bereich  $30\text{cm} \leq h \leq 100\text{cm}$  werden parabolisch interpoliert  
nach G. Meyer, R. Meyer "Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045"  
3. Auflage 2007, Bild 1.4  
 $h = 200\text{ mm} \rightarrow k = 0,80$

## Beispielberechnung für obere Bewehrung - 1.Lage

Fläche der Betonzugzone je Bauteilseite  $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot b = 100000\text{ mm}^2$

Betonstahlspannung im Riss (für inneren Zwang nach DIN EN 1992-1-1, GL(7.1))  
 $\sigma_s = \sigma_{sr} = k_c \cdot k_t \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / A_s = 192,0\text{ N/mm}^2$

Achsabstand der Bewehrung  $d_1 = c_{nom} + d_{s1} / 2 = 40\text{ mm}$   
effektive Dicke nach DIN EN 1992-1-1, Bild 7.1 d)  $h/d_1 = 5,0 \rightarrow h_{c,ef} = 100\text{ mm}$

Wirkungsbereich der Bewehrung  $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b = 100000\text{ mm}^2$

effektiver Bewehrungsgrad (nur Betonstahl) GL(7.10)  $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0079$

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl GL(7.9)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \max \left\{ \begin{array}{l} [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_s = 0,00046 \\ 0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,00058 \end{array} \right\} = 0,00058$$

Grenzabstand der Stäbe  $e_{s,lim} = 5 \cdot (c + d_s / 2) = 200,0\text{ mm}$

$$\text{maximaler Rissabstand } s_{r,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} d_s / (3,6 \cdot \rho_{p,eff}) = 353,7\text{ mm} \\ \sigma_s \cdot d_s / (3,6 \cdot f_{ct,eff}) = 282,9\text{ mm} \\ 2 \cdot \text{Maschenweite} = \text{mm} \end{array} \right\} = 282,9\text{ mm}$$

Charakteristische Rissbreite GL(7.8)  $w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,16\text{ mm}$

# STAHLBETONDECKE h = 28 cm

Decke über 4., 3., 2., 1. OG, EG (Innenbereich)

Berechnung der Rissbreite unter zentrischem Zwang nach DIN EN 1992-1-1:2011, Abs 7.3.4

Betongüte C 30 / 37

$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$

$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$

## frühe Rissbildung - infolge abfließender Hydratationswärme

wirksame Zugfestigkeit des Betons  
zum betrachteten Zeitpunkt.

$f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm} = 1,89 \text{ N/mm}^2$

Betonstahl BSt 500 S (A)

$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

Bauteildicke

h = 280 mm

Betondeckung	obere Bewehrung		untere Bewehrung	
	20 mm		20 mm	
	1.Lage	2.Lage	1.Lage	2.Lage
Matten	$\emptyset$ -	$\emptyset$ -	$\emptyset$ -	$\emptyset$ -
	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m
Rundstahl	$\emptyset$ 10 - 10,0	$\emptyset$ 10 - 10,0	$\emptyset$ 10 - 10,0	$\emptyset$ 10 - 10,0
	7,85 cm <sup>2</sup> /m	7,85 cm <sup>2</sup> /m	7,85 cm <sup>2</sup> /m	7,85 cm <sup>2</sup> /m
$e_{s,lin}$	125,0 mm	175,0 mm	125,0 mm	175,0 mm
$A_{ct}$	140000 mm <sup>2</sup>	140000 mm <sup>2</sup>	140000 mm <sup>2</sup>	140000 mm <sup>2</sup>
$\sigma_s = \sigma_{sr}$	268,8 N/mm <sup>2</sup>	268,8 N/mm <sup>2</sup>	268,8 N/mm <sup>2</sup>	268,8 N/mm <sup>2</sup>
$d_i$	25 mm	35 mm	25 mm	35 mm
$h/d_i$	11,20	8,00	11,20	8,00
$h_{c,ef}$	78 mm	98 mm	78 mm	98 mm
$A_{c,eff}$	78000 mm <sup>2</sup>	98000 mm <sup>2</sup>	78000 mm <sup>2</sup>	98000 mm <sup>2</sup>
$\rho_{p,eff}$	0,0101	0,0080	0,0101	0,0080
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_1$	0,00095	0,00085	0,00095	0,00085
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_2$	0,00081	0,00081	0,00081	0,00081
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_{\max(1,2)}$	0,00095	0,00085	0,00095	0,00085
$s_{r,max,1}$	275,9 mm	346,6 mm	275,9 mm	346,6 mm
$s_{r,max,2}$	396,1 mm	396,1 mm	396,1 mm	396,1 mm
$s_{r,max,3}$	mm	mm	mm	mm
$s_{r,max} (\min 1,2,3)$	275,9 mm	346,6 mm	275,9 mm	346,6 mm
$w_k$	0,261 mm	0,295 mm	0,261 mm	0,295 mm
$w_{k,zul}$	0,40 mm		0,40 mm	

## Faktoren und Beiwerte

Verhältniss der Elastizitätsmoduln  $\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,06$

Faktor (Lasteinwirkungsdauer) bei langfristiger Lasteinwirkung  $k_t = 0,4$

Faktor für Berücksichtigung der Spannungsverteilung innerhalb der Zugzone  
- für zentrischen Zug  $k_c = 1,00$   
(Platte bleibt unterstützt)

Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen und weiteren risskraftreduzierenden Einflüssen

Fall a) Zugspannungen infolge im Bauteil selbst hervorgerufenen Zwangs (z.B. Eigenspannungen infolge Abfließens der Hydratationswärme) die k Werte im Bereich  $30\text{cm} \leq h \leq 100\text{cm}$  werden parabolisch interpoliert nach G. Meyer, R. Meyer "Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045" 3. Auflage 2007, Bild 1.4  
 $h = 280\text{ mm} \rightarrow k = 0,80$

## Beispielberechnung für obere Bewehrung - 1.Lage

Fläche der Betonzugzone je Bauteilseite  $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot b = 140000\text{ mm}^2$

Betonstahlspannung im Riss (für inneren Zwang nach DIN EN 1992-1-1, GL(7.1))  
 $\sigma_s = \sigma_{sr} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / A_s = 268,8\text{ N/mm}^2$

Achsabstand der Bewehrung  $d_1 = c_{nom} + d_{s1} / 2 = 25\text{ mm}$   
effektive Dicke nach DIN EN 1992-1-1, Bild 7.1 d)  $h/d_1 = 11,2 \rightarrow h_{c,ef} = 78\text{ mm}$

Wirkungsbereich der Bewehrung  $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b = 78000\text{ mm}^2$

effektiver Bewehrungsgrad (nur Betonstahl) GL(7.10)  $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0101$

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl GL(7.9)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \max \left\{ \begin{array}{l} [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_s = 0,00095 \\ 0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,00081 \end{array} \right\} = 0,00095$$

Grenzabstand der Stäbe  $e_{s,lim} = 5 \cdot (c + d_s / 2) = 125,0\text{ mm}$

maximaler Rissabstand  $s_{r,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} d_s / (3,6 \cdot \rho_{p,eff}) = 275,9\text{ mm} \\ \sigma_s \cdot d_s / (3,6 \cdot f_{ct,eff}) = 396,1\text{ mm} \\ 2 \cdot \text{Maschenweite} = \text{mm} \end{array} \right\} = 275,9\text{ mm}$

Charakteristische Rissbreite GL(7.8)  $w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,26\text{ mm}$

# STAHLBETONDECKE h = 25 cm

Decke über 4.OG (Terrasse)

Berechnung der Rissbreite unter zentrischem Zwang nach DIN EN 1992-1-1:2011, Abs 7.3.4

Betongüte C 30 / 37

$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$

$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$

## frühe Rissbildung - infolge abfließender Hydratationswärme

wirksame Zugfestigkeit des Betons  
zum betrachteten Zeitpunkt.

$f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm} = 1,89 \text{ N/mm}^2$

Betonstahl BSt 500 S (A)

$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

Bauteildicke

h = 250 mm

	obere Bewehrung		untere Bewehrung	
Betondeckung	35 mm		20 mm	
	1.Lage	2.Lage	1.Lage	2.Lage
Matten	$\emptyset$ -	$\emptyset$ -	$\emptyset$ -	$\emptyset$ -
	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m
Rundstahl	$\emptyset$ 10 - 10,0	$\emptyset$ 10 - 10,0	$\emptyset$ 10 - 10,0	$\emptyset$ 10 - 10,0
	7,85 cm <sup>2</sup> /m	7,85 cm <sup>2</sup> /m	7,85 cm <sup>2</sup> /m	7,85 cm <sup>2</sup> /m
$e_{s,lim}$	200,0 mm	250,0 mm	125,0 mm	175,0 mm
$A_{ct}$	125000 mm <sup>2</sup>	125000 mm <sup>2</sup>	125000 mm <sup>2</sup>	125000 mm <sup>2</sup>
$\sigma_s = \sigma_{sr}$	240,0 N/mm <sup>2</sup>	240,0 N/mm <sup>2</sup>	240,0 N/mm <sup>2</sup>	240,0 N/mm <sup>2</sup>
$d_i$	40 mm	50 mm	25 mm	35 mm
$h/d_i$	6,25	5,00	10,00	7,14
$h_{c,ef}$	105 mm	125 mm	75 mm	95 mm
$A_{c,eff}$	105000 mm <sup>2</sup>	125000 mm <sup>2</sup>	75000 mm <sup>2</sup>	95000 mm <sup>2</sup>
$\rho_{p,eff}$	0,0075	0,0063	0,0105	0,0083
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_1$	0,00067	0,00058	0,00082	0,00072
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_2$	0,00072	0,00072	0,00072	0,00072
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_{\max(1,2)}$	0,00072	0,00072	0,00082	0,00072
$s_{r,max,1}$	371,4 mm	442,1 mm	265,3 mm	336,0 mm
$s_{r,max,2}$	353,7 mm	353,7 mm	353,7 mm	353,7 mm
$s_{r,max,3}$	mm	mm	mm	mm
$s_{r,max} (\min 1,2,3)$	353,7 mm	353,7 mm	265,3 mm	336,0 mm
$w_k$	0,255 mm	0,255 mm	0,217 mm	0,242 mm
$w_{k,zul}$	0,30 mm		0,30 mm	

## Faktoren und Beiwerte

Verhältniss der Elastizitätsmoduln

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,06$$

Faktor (Lasteinwirkungsdauer) bei langfristiger Lasteinwirkung

$$k_t = 0,4$$

Faktor für Berücksichtigung der Spannungsverteilung innerhalb der Zugzone

- für zentrischen Zug

$$k_o = 1,00$$

(Platte bleibt unterstützt)

Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen und weiteren risskraftreduzierenden Einflüssen

Fall a) Zugspannungen infolge im Bauteil selbst hervorgerufenen Zwangs

(z.B. Eigenspannungen infolge Abfließens der Hydratationswärme)

die k Werte im Bereich  $30\text{cm} \leq h \leq 100\text{cm}$  werden parabolisch interpoliert nach G. Meyer, R. Meyer "Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045"

3. Auflage 2007, Bild 1.4

$h = 250\text{ mm}$

$k =$

$$0,80$$

## Beispielberechnung für obere Bewehrung - 1.Lage

Fläche der Betonzugzone je Bauteilseite

$$A_{ot} = 0,5 \cdot h \cdot b = 125000\text{ mm}^2$$

Betonstahlspannung im Riss (für inneren Zwang nach DIN EN 1992-1-1, GL(7.1))

$$\sigma_s = \sigma_{sr} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ot} / A_s = 240,0\text{ N/mm}^2$$

Achsabstand der Bewehrung

$$d_1 = c_{nom} + d_{s1} / 2 = 40\text{ mm}$$

effektive Dicke nach DIN EN 1992-1-1, Bild 7.1 d)  $h/d_1 = 6,3 \rightarrow h_{c,ef} =$

$$105\text{ mm}$$

Wirkungsbereich der Bewehrung

$$A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b = 105000\text{ mm}^2$$

effektiver Bewehrungsgrad (nur Betonstahl) GL(7.10)

$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0075$$

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl GL(7.9)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \max \left[ \begin{array}{l} [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_s = 0,00067 \\ 0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,00072 \end{array} \right] = 0,00072$$

Grenzabstand der Stäbe

$$e_{s,lim} = 5 \cdot (c + d_s / 2) = 200,0\text{ mm}$$

maximaler Rissabstand  $s_{r,max} = \min$

$$\left[ \begin{array}{l} d_s / (3,6 \cdot \rho_{p,eff}) = 371,4\text{ mm} \\ \sigma_s \cdot d_s / (3,6 \cdot f_{ct,eff}) = 353,7\text{ mm} \\ 2 \cdot \text{Maschenweite} = \text{mm} \end{array} \right] = 353,7\text{ mm}$$

Charakteristische Rissbreite GL(7.8)

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,25\text{ mm}$$

# STAHLBETONDECKE h = 18 cm

Decke über 4.OG (Terrasse)

Berechnung der Rissbreite unter zentrischem Zwang nach DIN EN 1992-1-1:2011, Abs 7.3.4

Betongüte C 30 / 37

$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$

$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$

## frühe Rissbildung - infolge abfließender Hydratationswärme

wirksame Zugfestigkeit des Betons  
zum betrachteten Zeitpunkt.

$f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm} = 1,89 \text{ N/mm}^2$

Betonstahl BSt 500 S (A)

$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

Bauteildicke

h = 180 mm

Betondeckung	obere Bewehrung		untere Bewehrung	
	35 mm		20 mm	
	1.Lage	2.Lage	1.Lage	2.Lage
Matten	$\emptyset$ -	$\emptyset$ -	$\emptyset$ -	$\emptyset$ -
	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m
Rundstahl	$\emptyset$ 8 - 10,0	$\emptyset$ 8 - 10,0	$\emptyset$ 8 - 10,0	$\emptyset$ 8 - 10,0
	5,03 cm <sup>2</sup> /m	5,03 cm <sup>2</sup> /m	5,03 cm <sup>2</sup> /m	5,03 cm <sup>2</sup> /m
$e_{s,lim}$	195,0 mm	235,0 mm	120,0 mm	160,0 mm
$A_{ct}$	90000 mm <sup>2</sup>	90000 mm <sup>2</sup>	90000 mm <sup>2</sup>	90000 mm <sup>2</sup>
$\sigma_s = \sigma_{sr}$	270,0 N/mm <sup>2</sup>	270,0 N/mm <sup>2</sup>	270,0 N/mm <sup>2</sup>	270,0 N/mm <sup>2</sup>
$d_i$	39 mm	47 mm	24 mm	32 mm
$h/d_i$	4,62	3,83	7,50	5,63
$h_{c,ef}$	90 mm	90 mm	66 mm	82 mm
$A_{c,eff}$	90000 mm <sup>2</sup>	90000 mm <sup>2</sup>	66000 mm <sup>2</sup>	82000 mm <sup>2</sup>
$\rho_{p,eff}$	0,0056	0,0056	0,0076	0,0061
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_1$	0,00065	0,00065	0,00083	0,00071
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_2$	0,00081	0,00081	0,00081	0,00081
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_{\max(1,2)}$	0,00081	0,00081	0,00083	0,00081
$s_{r,max,1}$	397,9 mm	397,9 mm	291,8 mm	362,5 mm
$s_{r,max,2}$	318,3 mm	318,3 mm	318,3 mm	318,3 mm
$s_{r,max,3}$	mm	mm	mm	mm
$s_{r,max} (\min 1,2,3)$	318,3 mm	318,3 mm	291,8 mm	318,3 mm
$w_k$	0,258 mm	0,258 mm	0,243 mm	0,258 mm
$w_{k,zul}$	0,30 mm		0,30 mm	

## Faktoren und Beiwerte

Verhältniss der Elastizitätsmoduln  $\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,06$

Faktor (Lasteinwirkungsdauer) bei langfristiger Lasteinwirkung  $k_t = 0,4$

Faktor für Berücksichtigung der Spannungsverteilung innerhalb der Zugzone  
- für zentrischen Zug  $k_c = 1,00$   
(Platte bleibt unterstützt)

Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen und weiteren risskraftreduzierenden Einflüssen

Fall a) Zugspannungen infolge im Bauteil selbst hervorgerufenen Zwangs (z.B. Eigenspannungen infolge Abfließens der Hydratationswärme) die k Werte im Bereich  $30\text{cm} \leq h \leq 100\text{cm}$  werden parabolisch interpoliert nach G. Meyer, R. Meyer "Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045" 3. Auflage 2007, Bild 1.4  
 $h = 180\text{ mm} \rightarrow k = 0,80$

## Beispielberechnung für obere Bewehrung - 1.Lage

Fläche der Betonzugzone je Bauteilseite  $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot b = 90000\text{ mm}^2$

Betonstahlspannung im Riss (für inneren Zwang nach DIN EN 1992-1-1, GL(7.1))  
 $\sigma_s = \sigma_{sr} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / A_s = 270,0\text{ N/mm}^2$

Achsabstand der Bewehrung  $d_1 = c_{nom} + d_{s1} / 2 = 39\text{ mm}$   
effektive Dicke nach DIN EN 1992-1-1, Bild 7.1 d)  $h/d_1 = 4,6 \rightarrow h_{c,ef} = 90\text{ mm}$

Wirkungsbereich der Bewehrung  $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b = 90000\text{ mm}^2$

effektiver Bewehrungsgrad (nur Betonstahl) GL(7.10)  $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0056$

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl GL(7.9)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \max \left\{ \begin{array}{l} [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_s = 0,00065 \\ 0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,00081 \end{array} \right\} = 0,00081$$

Grenzabstand der Stäbe  $e_{s,lim} = 5 \cdot (c + d_s / 2) = 195,0\text{ mm}$

$$\text{maximaler Rissabstand } s_{r,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} d_s / (3,6 \cdot \rho_{p,eff}) = 397,9\text{ mm} \\ \sigma_s \cdot d_s / (3,6 \cdot f_{ct,eff}) = 318,3\text{ mm} \\ 2 \cdot \text{Maschenweite} = \text{mm} \end{array} \right\} = 318,3\text{ mm}$$

Charakteristische Rissbreite GL(7.8)  $w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,26\text{ mm}$

# STAHLBETONDECKE h = 28 cm

Decke über 3.OG (Terrasse), Decke über EG (Aussenbereich)

Berechnung der Rissbreite unter zentrischem Zwang nach DIN EN 1992-1-1:2011, Abs 7.3.4

Betongüte C 30 / 37

$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$

$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$

## frühe Rissbildung - infolge abfließender Hydratationswärme

wirksame Zugfestigkeit des Betons  
zum betrachteten Zeitpunkt.

$f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm} = 1,89 \text{ N/mm}^2$

Betonstahl BSt 500 S (A)

$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

Bauteildicke

h = 280 mm

Betondeckung	obere Bewehrung		untere Bewehrung	
	35 mm		20 mm	
	1.Lage	2.Lage	1.Lage	2.Lage
Matten	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m
Rundstahl	Ø 12 - 10,0 11,31 cm <sup>2</sup> /m	Ø 12 - 10,0 11,31 cm <sup>2</sup> /m	Ø 10 - 10,0 7,85 cm <sup>2</sup> /m	Ø 10 - 10,0 7,85 cm <sup>2</sup> /m
$e_{s,lim}$	205,0 mm	265,0 mm	125,0 mm	175,0 mm
$A_{ct}$	140000 mm <sup>2</sup>	140000 mm <sup>2</sup>	140000 mm <sup>2</sup>	140000 mm <sup>2</sup>
$\sigma_s = \sigma_{sr}$	186,7 N/mm <sup>2</sup>	186,7 N/mm <sup>2</sup>	268,8 N/mm <sup>2</sup>	268,8 N/mm <sup>2</sup>
$d_i$	41 mm	53 mm	25 mm	35 mm
$h/d_i$	6,83	5,28	11,20	8,00
$h_{c,ef}$	110 mm	134 mm	78 mm	98 mm
$A_{c,eff}$	110000 mm <sup>2</sup>	134000 mm <sup>2</sup>	78000 mm <sup>2</sup>	98000 mm <sup>2</sup>
$\rho_{p,eff}$	0,0103	0,0084	0,0101	0,0080
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_1$	0,00054	0,00046	0,00095	0,00085
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_2$	0,00056	0,00056	0,00081	0,00081
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_{\max(1,2)}$	0,00056	0,00056	0,00095	0,00085
$s_{r,max,1}$	324,2 mm	394,9 mm	275,9 mm	346,6 mm
$s_{r,max,2}$	330,1 mm	330,1 mm	396,1 mm	396,1 mm
$s_{r,max,3}$	mm	mm	mm	mm
$s_{r,max} (\min 1,2,3)$	324,2 mm	330,1 mm	275,9 mm	346,6 mm
$w_k$	0,182 mm	0,185 mm	0,261 mm	0,295 mm
$w_{k,zul}$	0,30 mm		0,30 mm	



## Faktoren und Beiwerte

Verhältniss der Elastizitätsmoduln  $\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,06$

Faktor (Lasteinwirkungsdauer) bei langfristiger Lasteinwirkung  $k_t = 0,4$

Faktor für Berücksichtigung der Spannungsverteilung innerhalb der Zugzone  
- für zentrischen Zug  $k_c = 1,00$   
(Platte bleibt unterstützt)

Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen und weiteren risskraftreduzierenden Einflüssen

Fall a) Zugspannungen infolge im Bauteil selbst hervorgerufenen Zwangs (z.B. Eigenspannungen infolge Abfließens der Hydratationswärme) die k Werte im Bereich  $30\text{cm} \leq h \leq 100\text{cm}$  werden parabolisch interpoliert nach G. Meyer, R. Meyer "Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045" 3. Auflage 2007, Bild 1.4  
 $h = 280\text{ mm} \rightarrow k = 0,80$

## Beispielberechnung für obere Bewehrung - 1.Lage

Fläche der Betonzugzone je Bauteilseite  $A_{ot} = 0,5 \cdot h \cdot b = 140000\text{ mm}^2$

Betonstahlspannung im Riss (für inneren Zwang nach DIN EN 1992-1-1, GL(7.1))  
 $\sigma_s = \sigma_{sr} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ot} / A_s = 186,7\text{ N/mm}^2$

Achsabstand der Bewehrung  $d_1 = c_{nom} + d_{s1} / 2 = 41\text{ mm}$   
effektive Dicke nach DIN EN 1992-1-1, Bild 7.1 d)  $h/d_1 = 6,8 \rightarrow h_{c,ef} = 110\text{ mm}$

Wirkungsbereich der Bewehrung  $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b = 110000\text{ mm}^2$

effektiver Bewehrungsgrad (nur Betonstahl) GL(7.10)  $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0103$

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl GL(7.9)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \max \left[ \begin{array}{l} [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_s = 0,00054 \\ 0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,00056 \end{array} \right] = 0,00056$$

Grenzabstand der Stäbe  $e_{s,lim} = 5 \cdot (c + d_s / 2) = 205,0\text{ mm}$

maximaler Rissabstand  $s_{r,max} = \min \left[ \begin{array}{l} d_s / (3,6 \cdot \rho_{p,eff}) = 324,2\text{ mm} \\ \sigma_s \cdot d_s / (3,6 \cdot f_{ct,eff}) = 330,1\text{ mm} \\ 2 \cdot \text{Maschenweite} = \text{mm} \end{array} \right] = 324,2\text{ mm}$

Charakteristische Rissbreite GL(7.8)  $w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,18\text{ mm}$

# STAHLBETONDECKE h = 28 cm

Decke über EG (Durchfahrt)

Berechnung der Rissbreite unter zentrischem Zwang nach DIN EN 1992-1-1:2011, Abs 7.3.4

Betongüte C 30 / 37

$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$

$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$

## frühe Rissbildung - infolge abfließender Hydratationswärme

wirksame Zugfestigkeit des Betons  
zum betrachteten Zeitpunkt.

$f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm} = 1,89 \text{ N/mm}^2$

Betonstahl BSt 500 S (A)

$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

Bauteildicke

h = 280 mm

Betondeckung	obere Bewehrung		untere Bewehrung	
	20 mm		35 mm	
	1.Lage	2.Lage	1.Lage	2.Lage
Matten	Ø -	Ø -	Ø -	Ø -
	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m
Rundstahl	Ø 12 - 10,0	Ø 12 - 10,0	Ø 12 - 10,0	Ø 12 - 10,0
	11,31 cm <sup>2</sup> /m	11,31 cm <sup>2</sup> /m	11,31 cm <sup>2</sup> /m	11,31 cm <sup>2</sup> /m
$e_{s,lim}$	130,0 mm	190,0 mm	205,0 mm	265,0 mm
$A_{ct}$	140000 mm <sup>2</sup>	140000 mm <sup>2</sup>	140000 mm <sup>2</sup>	140000 mm <sup>2</sup>
$\sigma_s = \sigma_{sr}$	186,7 N/mm <sup>2</sup>	186,7 N/mm <sup>2</sup>	186,7 N/mm <sup>2</sup>	186,7 N/mm <sup>2</sup>
$d_i$	26 mm	38 mm	41 mm	53 mm
$h/d_i$	10,77	7,37	6,83	5,28
$h_{c,ef}$	80 mm	104 mm	110 mm	134 mm
$A_{c,eff}$	80000 mm <sup>2</sup>	104000 mm <sup>2</sup>	110000 mm <sup>2</sup>	134000 mm <sup>2</sup>
$\rho_{p,eff}$	0,0141	0,0109	0,0103	0,0084
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_1$	0,00064	0,00056	0,00054	0,00046
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_2$	0,00056	0,00056	0,00056	0,00056
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_{\max(1,2)}$	0,00064	0,00056	0,00056	0,00056
$s_{r,max,1}$	235,8 mm	306,5 mm	324,2 mm	394,9 mm
$s_{r,max,2}$	330,1 mm	330,1 mm	330,1 mm	330,1 mm
$s_{r,max,3}$	mm	mm	mm	mm
$s_{r,max} \quad (\min 1,2,3)$	235,8 mm	306,5 mm	324,2 mm	330,1 mm
$w_k$	0,152 mm	0,173 mm	0,182 mm	0,185 mm
$w_{k,zul}$	0,30 mm		0,30 mm	

## Faktoren und Beiwerte

Verhältniss der Elastizitätsmoduln

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,06$$

Faktor (Lasteinwirkungsdauer) bei langfristiger Lasteinwirkung  $k_t = 0,4$

Faktor für Berücksichtigung der Spannungsverteilung innerhalb der Zugzone

- für zentrischen Zug

$$k_c = 1,00$$

(Platte bleibt unterstützt)

Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen und weiteren risskraftreduzierenden Einflüssen

Fall a) Zugspannungen infolge im Bauteil selbst hervorgerufenen Zwangs (z.B. Eigenspannungen infolge Abfließens der Hydratationswärme) die k Werte im Bereich  $30\text{cm} \leq h \leq 100\text{cm}$  werden parabolisch interpoliert nach G. Meyer, R. Meyer "Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045" 3. Auflage 2007, Bild 1.4

$$h = 280\text{ mm} \rightarrow k = 0,80$$

## Beispielberechnung für obere Bewehrung - 1.Lage

Fläche der Betonzugzone je Bauteilseite

$$A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot b = 140000\text{ mm}^2$$

Betonstahlspannung im Riss (für inneren Zwang nach DIN EN 1992-1-1, GL(7.1))

$$\sigma_s = \sigma_{sr} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / A_s = 186,7\text{ N/mm}^2$$

Achsabstand der Bewehrung

$$d_1 = c_{nom} + d_{s1} / 2 = 26\text{ mm}$$

effektive Dicke nach DIN EN 1992-1-1, Bild 7.1 d)  $h/d_1 = 10,8 \rightarrow h_{c,ef} = 80\text{ mm}$

Wirkungsbereich der Bewehrung

$$A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b = 80000\text{ mm}^2$$

effektiver Bewehrungsgrad (nur Betonstahl) GL(7.10)  $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0141$

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl GL(7.9)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \max \left[ \begin{array}{l} [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_s = 0,00064 \\ 0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,00056 \end{array} \right] = 0,00064$$

Grenzabstand der Stäbe

$$e_{s,lim} = 5 \cdot (c + d_s / 2) = 130,0\text{ mm}$$

$$\text{maximaler Rissabstand } s_{r,max} = \min \left[ \begin{array}{l} d_s / (3,6 \cdot \rho_{p,eff}) = 235,8\text{ mm} \\ \sigma_s \cdot d_s / (3,6 \cdot f_{ct,eff}) = 330,1\text{ mm} \\ 2 \cdot \text{Maschenweite} = \text{mm} \end{array} \right] = 235,8\text{ mm}$$

Charakteristische Rissbreite GL(7.8)

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,15\text{ mm}$$

**STAHLBETONDECKE h = 30 cm**

Decke über 1. UG (Innenbereich)

**Berechnung der Rissbreite unter zentrischem Zwang nach DIN EN 1992-1-1:2011, Abs 7.3.4**

**Betongüte C 30 / 37**

$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$

$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$

**frühe Rissbildung - infolge abfließender Hydratationswärme**

wirksame Zugfestigkeit des Betons  
zum betrachteten Zeitpunkt.

$f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm} = 1,89 \text{ N/mm}^2$

**Betonstahl BSt 500 S (A)**

$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

**Bauteildicke**

**h = 300 mm**

Betondeckung	obere Bewehrung		untere Bewehrung	
	20 mm		20 mm	
	1.Lage	2.Lage	1.Lage	2.Lage
Matten	Ø -	Ø -	Ø -	Ø -
	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m
Rundstahl	Ø 12 - 10,0	Ø 12 - 10,0	Ø 12 - 10,0	Ø 12 - 10,0
	11,31 cm <sup>2</sup> /m	11,31 cm <sup>2</sup> /m	11,31 cm <sup>2</sup> /m	11,31 cm <sup>2</sup> /m
$e_{s,lim}$	130,0 mm	190,0 mm	130,0 mm	190,0 mm
$A_{ct}$	150000 mm <sup>2</sup>	150000 mm <sup>2</sup>	150000 mm <sup>2</sup>	150000 mm <sup>2</sup>
$\sigma_s = \sigma_{sr}$	200,0 N/mm <sup>2</sup>	200,0 N/mm <sup>2</sup>	200,0 N/mm <sup>2</sup>	200,0 N/mm <sup>2</sup>
$d_i$	26 mm	38 mm	26 mm	38 mm
$h/d_i$	11,54	7,89	11,54	7,89
$h_{c,ef}$	82 mm	106 mm	82 mm	106 mm
$A_{c,eff}$	82000 mm <sup>2</sup>	106000 mm <sup>2</sup>	82000 mm <sup>2</sup>	106000 mm <sup>2</sup>
$\rho_{p,eff}$	0,0138	0,0107	0,0138	0,0107
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_1$	0,00070	0,00062	0,00070	0,00062
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_2$	0,00060	0,00060	0,00060	0,00060
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_{\max(1,2)}$	0,00070	0,00062	0,00070	0,00062
$s_{r,max,1}$	241,7 mm	312,4 mm	241,7 mm	312,4 mm
$s_{r,max,2}$	353,7 mm	353,7 mm	353,7 mm	353,7 mm
$s_{r,max,3}$	mm	mm	mm	mm
$s_{r,max} (\min 1,2,3)$	241,7 mm	312,4 mm	241,7 mm	312,4 mm
$w_k$	0,170 mm	0,195 mm	0,170 mm	0,195 mm
$w_{k,zul}$	0,40 mm		0,40 mm	

## Faktoren und Beiwerte

Verhältniss der Elastizitätsmoduln  $\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,06$

Faktor (Lasteinwirkungsdauer) bei langfristiger Lasteinwirkung  $k_t = 0,4$

Faktor für Berücksichtigung der Spannungsverteilung innerhalb der Zugzone  
- für zentrischen Zug  $k_c = 1,00$   
(Platte bleibt unterstützt)

Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen und weiteren risskraftreduzierenden Einflüssen

Fall a) Zugspannungen infolge im Bauteil selbst hervorgerufenen Zwangs (z.B. Eigenspannungen infolge Abfließens der Hydratationswärme) die k Werte im Bereich  $30\text{cm} \leq h \leq 100\text{cm}$  werden parabolisch interpoliert nach G. Meyer, R. Meyer "Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045" 3. Auflage 2007, Bild 1.4  
 $h = 300\text{ mm} \rightarrow k = 0,80$

## Beispielberechnung für obere Bewehrung - 1.Lage

Fläche der Betonzugzone je Bauteilseite  $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot b = 150000\text{ mm}^2$

Betonstahlspannung im Riss (für inneren Zwang nach DIN EN 1992-1-1, GL(7.1))  
 $\sigma_s = \sigma_{sr} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / A_s = 200,0\text{ N/mm}^2$

Achsabstand der Bewehrung  $d_1 = c_{nom} + d_{s1} / 2 = 26\text{ mm}$   
effektive Dicke nach DIN EN 1992-1-1, Bild 7.1 d)  $h/d_1 = 11,5 \rightarrow h_{c,ef} = 82\text{ mm}$

Wirkungsbereich der Bewehrung  $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b = 82000\text{ mm}^2$

effektiver Bewehrungsgrad (nur Betonstahl) GL(7.10)  $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0138$

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl GL(7.9)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \max \left[ \begin{array}{l} [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_s = 0,00070 \\ 0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,00060 \end{array} \right] = 0,00070$$

Grenzabstand der Stäbe  $e_{s,lim} = 5 \cdot (c + d_s / 2) = 130,0\text{ mm}$

maximaler Rissabstand  $s_{r,max} = \min \left[ \begin{array}{l} d_s / (3,6 \cdot \rho_{p,eff}) = 241,7\text{ mm} \\ \sigma_s \cdot d_s / (3,6 \cdot f_{ct,eff}) = 353,7\text{ mm} \\ 2 \cdot \text{Maschenweite} = \text{mm} \end{array} \right] = 241,7\text{ mm}$

Charakteristische Rissbreite GL(7.8)  $w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,17\text{ mm}$

**STAHLBETONDECKE h = 30 cm**

Decke über 1.UG (Durchfahrt)

**Berechnung der Rissbreite unter zentrischem Zwang nach DIN EN 1992-1-1:2011, Abs 7.3.4**

**Betongüte C 30 / 37**

$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$

$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$

**frühe Rissbildung - infolge abfließender Hydratationswärme**

wirksame Zugfestigkeit des Betons  
zum betrachteten Zeitpunkt.

$f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm} = 1,89 \text{ N/mm}^2$

**Betonstahl BSt 500 S (A)**

$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

**Bauteildicke**

**h = 300 mm**

Betondeckung	obere Bewehrung		untere Bewehrung	
	35 mm		20 mm	
	1.Lage	2.Lage	1.Lage	2.Lage
Matten	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m
Rundstahl	Ø 12 - 10,0 11,31 cm <sup>2</sup> /m	Ø 12 - 10,0 11,31 cm <sup>2</sup> /m	Ø 12 - 10,0 11,31 cm <sup>2</sup> /m	Ø 12 - 10,0 11,31 cm <sup>2</sup> /m
$e_{s,lim}$	205,0 mm	265,0 mm	130,0 mm	190,0 mm
$A_{ct}$	150000 mm <sup>2</sup>	150000 mm <sup>2</sup>	150000 mm <sup>2</sup>	150000 mm <sup>2</sup>
$\sigma_s = \sigma_{sr}$	200,0 N/mm <sup>2</sup>	200,0 N/mm <sup>2</sup>	200,0 N/mm <sup>2</sup>	200,0 N/mm <sup>2</sup>
$d_i$	41 mm	53 mm	26 mm	38 mm
$h/d_i$	7,32	5,66	11,54	7,89
$h_{c,ef}$	112 mm	136 mm	82 mm	106 mm
$A_{c,eff}$	112000 mm <sup>2</sup>	136000 mm <sup>2</sup>	82000 mm <sup>2</sup>	106000 mm <sup>2</sup>
$\rho_{p,eff}$	0,0101	0,0083	0,0138	0,0107
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_1$	0,00060	0,00052	0,00070	0,00062
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_2$	0,00060	0,00060	0,00060	0,00060
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_{\max(1,2)}$	0,00060	0,00060	0,00070	0,00062
$s_{r,max,1}$	330,1 mm	400,8 mm	241,7 mm	312,4 mm
$s_{r,max,2}$	353,7 mm	353,7 mm	353,7 mm	353,7 mm
$s_{r,max,3}$	mm	mm	mm	mm
$s_{r,max} (\min 1,2,3)$	330,1 mm	353,7 mm	241,7 mm	312,4 mm
$w_k$	0,199 mm	0,212 mm	0,170 mm	0,195 mm
$w_{k,zul}$	0,30 mm		0,30 mm	

## Faktoren und Beiwerte

Verhältniss der Elastizitätsmoduln  $\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,06$

Faktor (Lasteinwirkungsdauer) bei langfristiger Lasteinwirkung  $k_t = 0,4$

Faktor für Berücksichtigung der Spannungsverteilung innerhalb der Zugzone  
- für zentrischen Zug  $k_c = 1,00$   
(Platte bleibt unterstützt)

Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen und weiteren risskraftreduzierenden Einflüssen

Fall a) Zugspannungen infolge im Bauteil selbst hervorgerufenen Zwangs (z.B. Eigenspannungen infolge Abfließens der Hydratationswärme) die k Werte im Bereich  $30\text{cm} \leq h \leq 100\text{cm}$  werden parabolisch interpoliert nach G. Meyer, R. Meyer "Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045" 3. Auflage 2007, Bild 1.4  
 $h = 300\text{ mm} \rightarrow k = 0,80$

## Beispielberechnung für obere Bewehrung - 1.Lage

Fläche der Betonzugzone je Bauteilseite  $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot b = 150000\text{ mm}^2$

Betonstahlspannung im Riss (für inneren Zwang nach DIN EN 1992-1-1, GL(7.1))  
 $\sigma_s = \sigma_{sr} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / A_s = 200,0\text{ N/mm}^2$

Achsabstand der Bewehrung  $d_1 = c_{nom} + d_{s1} / 2 = 41\text{ mm}$   
effektive Dicke nach DIN EN 1992-1-1, Bild 7.1 d)  $h/d_1 = 7,3 \rightarrow h_{c,ef} = 112\text{ mm}$

Wirkungsbereich der Bewehrung  $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b = 112000\text{ mm}^2$

effektiver Bewehrungsgrad (nur Betonstahl) GL(7.10)  $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0101$

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl GL(7.9)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \max \left\{ \begin{array}{l} [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_s = 0,00060 \\ 0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,00060 \end{array} \right\} = 0,00060$$

Grenzabstand der Stäbe  $e_{s,lim} = 5 \cdot (c + d_s / 2) = 205,0\text{ mm}$

maximaler Rissabstand  $s_{r,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} d_s / (3,6 \cdot \rho_{p,eff}) = 330,1\text{ mm} \\ \sigma_s \cdot d_s / (3,6 \cdot f_{ct,eff}) = 353,7\text{ mm} \\ 2 \cdot \text{Maschenweite} = \text{mm} \end{array} \right\} = 330,1\text{ mm}$

Charakteristische Rissbreite GL(7.8)  $w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,20\text{ mm}$



**STAHLBETONDECKE h = 30 cm**

Decke über 2.UG

**Berechnung der Rissbreite unter zentrischem Zwang nach DIN EN 1992-1-1:2011, Abs 7.3.4**
**Betongüte C 30 / 37**

$$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$$

**frühe Rissbildung - infolge abfließender Hydratationswärme**

wirksame Zugfestigkeit des Betons  
zum betrachteten Zeitpunkt.

$$f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm} = 1,89 \text{ N/mm}^2$$

**Betonstahl BSt 500 S (A)**

$$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$$

$$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$$

Bauteildicke

$$h = 300 \text{ mm}$$

Betondeckung	obere Bewehrung		untere Bewehrung	
	20 mm		35 mm	
	1.Lage	2.Lage	1.Lage	2.Lage
Matten	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m
Rundstahl	Ø 12 - 10,0 11,31 cm <sup>2</sup> /m	Ø 12 - 10,0 11,31 cm <sup>2</sup> /m	Ø 12 - 10,0 11,31 cm <sup>2</sup> /m	Ø 12 - 10,0 11,31 cm <sup>2</sup> /m
$e_{s,lin}$	130,0 mm	190,0 mm	205,0 mm	265,0 mm
$A_{ct}$	150000 mm <sup>2</sup>	150000 mm <sup>2</sup>	150000 mm <sup>2</sup>	150000 mm <sup>2</sup>
$\sigma_s = \sigma_{sr}$	200,0 N/mm <sup>2</sup>	200,0 N/mm <sup>2</sup>	200,0 N/mm <sup>2</sup>	200,0 N/mm <sup>2</sup>
$d_i$	26 mm	38 mm	41 mm	53 mm
$h/d_i$	11,54	7,89	7,32	5,66
$h_{c,ef}$	82 mm	106 mm	112 mm	136 mm
$A_{c,eff}$	82000 mm <sup>2</sup>	106000 mm <sup>2</sup>	112000 mm <sup>2</sup>	136000 mm <sup>2</sup>
$\rho_{p,eff}$	0,0138	0,0107	0,0101	0,0083
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_1$	0,00070	0,00062	0,00060	0,00052
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_2$	0,00060	0,00060	0,00060	0,00060
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_{\max(1,2)}$	0,00070	0,00062	0,00060	0,00060
$s_{r,max,1}$	241,7 mm	312,4 mm	330,1 mm	400,8 mm
$s_{r,max,2}$	353,7 mm	353,7 mm	353,7 mm	353,7 mm
$s_{r,max,3}$	mm	mm	mm	mm
$s_{r,max} (\min 1,2,3)$	241,7 mm	312,4 mm	330,1 mm	353,7 mm
$w_k$	0,170 mm	0,195 mm	0,199 mm	0,212 mm
$w_{k,zul}$	0,30 mm		0,30 mm	



## Faktoren und Beiwerte

Verhältniss der Elastizitätsmoduln  $\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,06$

Faktor (Lasteinwirkungsdauer) bei langfristiger Lasteinwirkung  $k_t = 0,4$

Faktor für Berücksichtigung der Spannungsverteilung innerhalb der Zugzone  
- für zentrischen Zug  $k_c = 1,00$   
(Platte bleibt unterstützt)

Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen und weiteren risskraftreduzierenden Einflüssen

Fall a) Zugspannungen infolge im Bauteil selbst hervorgerufenen Zwangs (z.B. Eigenspannungen infolge Abfließens der Hydratationswärme) die k Werte im Bereich  $30\text{cm} \leq h \leq 100\text{cm}$  werden parabolisch interpoliert nach G. Meyer, R. Meyer "Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045" 3. Auflage 2007, Bild 1.4  
 $h = 300\text{ mm} \rightarrow k = 0,80$

## Beispielberechnung für obere Bewehrung - 1.Lage

Fläche der Betonzugzone je Bauteilseite  $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot b = 150000\text{ mm}^2$

Betonstahlspannung im Riss (für inneren Zwang nach DIN EN 1992-1-1, GL(7.1))

$$\sigma_s = \sigma_{sr} = k_o \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / A_s = 200,0\text{ N/mm}^2$$

Achsabstand der Bewehrung  $d_1 = c_{nom} + d_{s1} / 2 = 26\text{ mm}$   
effektive Dicke nach DIN EN 1992-1-1, Bild 7.1 d)  $h/d_1 = 11,5 \rightarrow h_{c,ef} = 82\text{ mm}$

Wirkungsbereich der Bewehrung  $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b = 82000\text{ mm}^2$

effektiver Bewehrungsgrad (nur Betonstahl) GL(7.10)  $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0138$

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl GL(7.9)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \max \left\{ \begin{array}{l} [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_s = 0,00070 \\ 0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,00060 \end{array} \right\} = 0,00070$$

Grenzabstand der Stäbe  $e_{s,lim} = 5 \cdot (c + d_s / 2) = 130,0\text{ mm}$

maximaler Rissabstand  $s_{r,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} d_s / (3,6 \cdot \rho_{p,eff}) = 241,7\text{ mm} \\ \sigma_s \cdot d_s / (3,6 \cdot f_{ct,eff}) = 353,7\text{ mm} \\ 2 \cdot \text{Maschenweite} = \text{mm} \end{array} \right\} = 241,7\text{ mm}$

Charakteristische Rissbreite GL(7.8)  $w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,17\text{ mm}$

# STAHLBETONDECKE h = 30 cm

Decke über 3. UG

Berechnung der Rissbreite unter zentrischem Zwang nach DIN EN 1992-1-1:2011, Abs 7.3.4

Betongüte C 30 / 37

$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$

$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$

## frühe Rissbildung - infolge abfließender Hydratationswärme

wirksame Zugfestigkeit des Betons  
zum betrachteten Zeitpunkt.

$f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm} = 1,89 \text{ N/mm}^2$

Betonstahl BSt 500 S (A)

$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

Bauteildicke

h = 300 mm

	obere Bewehrung		untere Bewehrung	
Betondeckung	35 mm		35 mm	
	1.Lage	2.Lage	1.Lage	2.Lage
Matten	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m
Rundstahl	Ø 12 - 10,0 11,31 cm <sup>2</sup> /m	Ø 12 - 10,0 11,31 cm <sup>2</sup> /m	Ø 12 - 10,0 11,31 cm <sup>2</sup> /m	Ø 12 - 10,0 11,31 cm <sup>2</sup> /m
$e_{s,lin}$	205,0 mm	265,0 mm	205,0 mm	265,0 mm
$A_{ct}$	150000 mm <sup>2</sup>	150000 mm <sup>2</sup>	150000 mm <sup>2</sup>	150000 mm <sup>2</sup>
$\sigma_s = \sigma_{sr}$	200,0 N/mm <sup>2</sup>	200,0 N/mm <sup>2</sup>	200,0 N/mm <sup>2</sup>	200,0 N/mm <sup>2</sup>
$d_i$	41 mm	53 mm	41 mm	53 mm
$h/d_i$	7,32	5,66	7,32	5,66
$h_{c,ef}$	112 mm	136 mm	112 mm	136 mm
$A_{c,eff}$	112000 mm <sup>2</sup>	136000 mm <sup>2</sup>	112000 mm <sup>2</sup>	136000 mm <sup>2</sup>
$\rho_{p,eff}$	0,0101	0,0083	0,0101	0,0083
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_1$	0,00060	0,00052	0,00060	0,00052
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_2$	0,00060	0,00060	0,00060	0,00060
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})_{\max(1,2)}$	0,00060	0,00060	0,00060	0,00060
$s_{r,max,1}$	330,1 mm	400,8 mm	330,1 mm	400,8 mm
$s_{r,max,2}$	353,7 mm	353,7 mm	353,7 mm	353,7 mm
$s_{r,max,3}$	mm	mm	mm	mm
$s_{r,max} (\min 1,2,3)$	330,1 mm	353,7 mm	330,1 mm	353,7 mm
$w_k$	0,199 mm	0,212 mm	0,199 mm	0,212 mm
$w_{k,zul}$	0,30 mm		0,30 mm	

## Faktoren und Beiwerte

Verhältniss der Elastizitätsmoduln  $\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,06$

Faktor (Lasteinwirkungsdauer) bei langfristiger Lasteinwirkung  $k_t = 0,4$

Faktor für Berücksichtigung der Spannungsverteilung innerhalb der Zugzone  
- für zentrischen Zug  $k_c = 1,00$   
(Platte bleibt unterstützt)

Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen und weiteren risskraftreduzierenden Einflüssen

Fall a) Zugspannungen infolge im Bauteil selbst hervorgerufenen Zwangs (z.B. Eigenspannungen infolge Abfließens der Hydratationswärme) die k Werte im Bereich  $30\text{cm} \leq h \leq 100\text{cm}$  werden parabolisch interpoliert nach G. Meyer, R. Meyer "Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045" 3. Auflage 2007, Bild 1.4  
 $h = 300\text{ mm} \rightarrow k = 0,80$

## Beispielberechnung für obere Bewehrung - 1.Lage

Fläche der Betonzugzone je Bauteilseite  $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot b = 150000\text{ mm}^2$

Betonstahlspannung im Riss (für inneren Zwang nach DIN EN 1992-1-1, GL(7.1))

$$\sigma_s = \sigma_{sr} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / A_s = 200,0\text{ N/mm}^2$$

Achsabstand der Bewehrung  $d_1 = c_{nom} + d_{s1} / 2 = 41\text{ mm}$   
effektive Dicke nach DIN EN 1992-1-1, Bild 7.1 d)  $h/d_1 = 7,3 \rightarrow h_{o,ef} = 112\text{ mm}$

Wirkungsbereich der Bewehrung  $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b = 112000\text{ mm}^2$

effektiver Bewehrungsgrad (nur Betonstahl) GL(7.10)  $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0101$

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl GL(7.9)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \max \left\{ \begin{array}{l} [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_s = 0,00060 \\ 0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,00060 \end{array} \right\} = 0,00060$$

Grenzabstand der Stäbe  $e_{s,lim} = 5 \cdot (c + d_s / 2) = 205,0\text{ mm}$

maximaler Rissabstand  $s_{r,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} d_s / (3,6 \cdot \rho_{p,eff}) = 330,1\text{ mm} \\ \sigma_s \cdot d_s / (3,6 \cdot f_{ct,eff}) = 353,7\text{ mm} \\ 2 \cdot \text{Maschenweite} = \text{mm} \end{array} \right\} = 330,1\text{ mm}$

Charakteristische Rissbreite GL(7.8)  $w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,20\text{ mm}$

# STAHLBETONDECKE h = 70 cm

Decke über 1.UG

Berechnung der Rissbreite unter zentrischem Zwang nach DIN EN 1992-1-1:2011, Abs 7.3.4

Betongüte C 30 / 37

$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$

$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$

## frühe Rissbildung - infolge abfließender Hydratationswärme

wirksame Zugfestigkeit des Betons  
zum betrachteten Zeitpunkt.

$f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm} = 1,89 \text{ N/mm}^2$

Betonstahl BSt 500 S (A)

$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

Bauteildicke

h = 700 mm

Betondeckung	obere Bewehrung		untere Bewehrung	
	20 mm		20 mm	
	1.Lage	2.Lage	1.Lage	2.Lage
Matten	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m	Ø - 0,00 cm <sup>2</sup> /m
Rundstahl	Ø 16 - 10,0 20,11 cm <sup>2</sup> /m	Ø 16 - 10,0 20,11 cm <sup>2</sup> /m	Ø 16 - 10,0 20,11 cm <sup>2</sup> /m	Ø 16 - 10,0 20,11 cm <sup>2</sup> /m
$e_{s,lim}$	140,0 mm	220,0 mm	140,0 mm	220,0 mm
$A_{ct}$	350000 mm <sup>2</sup>	350000 mm <sup>2</sup>	350000 mm <sup>2</sup>	350000 mm <sup>2</sup>
$\sigma_s = \sigma_{sr}$	182,1 N/mm <sup>2</sup>	182,1 N/mm <sup>2</sup>	182,1 N/mm <sup>2</sup>	182,1 N/mm <sup>2</sup>
$d_i$	28 mm	44 mm	28 mm	44 mm
$h/d_i$	25,00	15,91	25,00	15,91
$h_{c,ef}$	126 mm	158 mm	126 mm	158 mm
$A_{c,eff}$	126000 mm <sup>2</sup>	158000 mm <sup>2</sup>	126000 mm <sup>2</sup>	158000 mm <sup>2</sup>
$\rho_{p,eff}$	0,0160	0,0127	0,0160	0,0127
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_1$	0,00065	0,00059	0,00065	0,00059
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_2$	0,00055	0,00055	0,00055	0,00055
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_{\max(1,2)}$	0,00065	0,00059	0,00065	0,00059
$s_{r,max,1}$	278,5 mm	349,3 mm	278,5 mm	349,3 mm
$s_{r,max,2}$	429,5 mm	429,5 mm	429,5 mm	429,5 mm
$s_{r,max,3}$	mm	mm	mm	mm
$s_{r,max} (\min 1,2,3)$	278,5 mm	349,3 mm	278,5 mm	349,3 mm
$w_k$	0,181 mm	0,207 mm	0,181 mm	0,207 mm
$w_{k,zul}$	0,30 mm		0,30 mm	

## Faktoren und Beiwerte

Verhältniss der Elastizitätsmoduln  $\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,06$

Faktor (Lasteinwirkungsdauer) bei langfristiger Lasteinwirkung  $k_t = 0,4$

Faktor für Berücksichtigung der Spannungsverteilung innerhalb der Zugzone  
- für zentrischen Zug  $k_c = 1,00$   
(Platte bleibt unterstützt)

Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen und weiteren risskraftreduzierenden Einflüssen

Fall a) Zugspannungen infolge im Bauteil selbst hervorgerufenen Zwangs (z.B. Eigenspannungen infolge Abfließens der Hydratationswärme) die k Werte im Bereich  $30\text{cm} \leq h \leq 100\text{cm}$  werden parabolisch interpoliert nach G. Meyer, R. Meyer "Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045" 3. Auflage 2007, Bild 1.4  
 $h = 700\text{ mm} \rightarrow k = 0,5 + 0,3 \cdot (1 - h) / 0,7 = 0,56$

## Beispielberechnung für obere Bewehrung - 1.Lage

Fläche der Betonzugzone je Bauteilseite  $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot b = 350000\text{ mm}^2$

Betonstahlspannung im Riss (für inneren Zwang nach DIN EN 1992-1-1, GL(7.1))  
 $\sigma_s = \sigma_{sr} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / A_s = 182,1\text{ N/mm}^2$

Achsabstand der Bewehrung  $d_1 = c_{nom} + d_{s1} / 2 = 28\text{ mm}$   
effektive Dicke nach DIN EN 1992-1-1, Bild 7.1 d)  $h/d_1 = 25,0 \rightarrow h_{c,ef} = 126\text{ mm}$

Wirkungsbereich der Bewehrung  $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b = 126000\text{ mm}^2$

effektiver Bewehrungsgrad (nur Betonstahl) GL(7.10)  $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0160$

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl GL(7.9)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \max \left[ \begin{array}{l} [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_s = 0,00065 \\ 0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,00055 \end{array} \right] = 0,00065$$

Grenzabstand der Stäbe  $e_{s,lim} = 5 \cdot (c + d_s / 2) = 140,0\text{ mm}$

$$\text{maximaler Rissabstand } s_{r,max} = \min \left[ \begin{array}{l} d_s / (3,6 \cdot \rho_{p,eff}) = 278,5\text{ mm} \\ \sigma_s \cdot d_s / (3,6 \cdot f_{ct,eff}) = 429,5\text{ mm} \\ 2 \cdot \text{Maschenweite} = \text{mm} \end{array} \right] = 278,5\text{ mm}$$

Charakteristische Rissbreite GL(7.8)  $w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,18\text{ mm}$

## S T A H L B E T O N D E C K E      h = 25 cm

Decke über 4.OG (befahrbar)

**Berechnung der Rissbreite unter zentrischem Zwang nach DIN EN 1992-1-1:2011, Abs 7.3.4**
**Betongüte C 30 / 37**

$$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$$

### frühe Rissbildung - infolge abfließender Hydratationswärme

 wirksame Zugfestigkeit des Betons  
 zum betrachteten Zeitpunkt.

$$f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm} = 1,89 \text{ N/mm}^2$$

Betonstahl BSt 500 S (A)

$$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$$

$$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$$

Bauteildicke

$$h = 250 \text{ mm}$$

	obere Bewehrung		untere Bewehrung	
Betondeckung	55 mm		35 mm	
	1.Lage	2.Lage	1.Lage	2.Lage
Matten	Ø -	Ø -	Ø -	Ø -
	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m
Rundstahl	Ø 12 - 10,0	Ø 12 - 10,0	Ø 12 - 10,0	Ø 12 - 10,0
	11,31 cm <sup>2</sup> /m	11,31 cm <sup>2</sup> /m	11,31 cm <sup>2</sup> /m	11,31 cm <sup>2</sup> /m
$e_{s,lim}$	305,0 mm	365,0 mm	205,0 mm	265,0 mm
$A_{ct}$	125000 mm <sup>2</sup>	125000 mm <sup>2</sup>	125000 mm <sup>2</sup>	125000 mm <sup>2</sup>
$\sigma_s = \sigma_{sr}$	166,7 N/mm <sup>2</sup>	166,7 N/mm <sup>2</sup>	166,7 N/mm <sup>2</sup>	166,7 N/mm <sup>2</sup>
$d_i$	61 mm	73 mm	41 mm	53 mm
$h/d_i$	4,10	3,42	6,10	4,72
$h_{c,ef}$	125 mm	125 mm	107 mm	125 mm
$A_{c,eff}$	125000 mm <sup>2</sup>	125000 mm <sup>2</sup>	107000 mm <sup>2</sup>	125000 mm <sup>2</sup>
$\rho_{p,eff}$	0,0090	0,0090	0,0106	0,0090
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_1$	0,00039	0,00039	0,00045	0,00039
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_2$	0,00050	0,00050	0,00050	0,00050
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_{\max(1,2)}$	0,00050	0,00050	0,00050	0,00050
$s_{r,max,1}$	368,4 mm	368,4 mm	315,4 mm	368,4 mm
$s_{r,max,2}$	294,7 mm	294,7 mm	294,7 mm	294,7 mm
$s_{r,max,3}$	mm	mm	mm	mm
$s_{r,max} \text{ (min 1,2,3)}$	294,7 mm	294,7 mm	294,7 mm	294,7 mm
$w_k$	0,147 mm	0,147 mm	0,147 mm	0,147 mm
$w_{k,zul}$	0,20 mm		0,20 mm	

(wegen Beschichtung)

(wegen Beschichtung)

## Faktoren und Beiwerte

Verhältniss der Elastizitätsmoduln

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,06$$

Faktor (Lasteinwirkungsdauer) bei langfristiger Lasteinwirkung

$$k_t = 0,4$$

Faktor für Berücksichtigung der Spannungsverteilung innerhalb der Zugzone

- für zentrischen Zug

$$k_c = 1,00$$

(Platte bleibt unterstützt)

Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen und weiteren risskraftreduzierenden Einflüssen

Fall a) Zugspannungen infolge im Bauteil selbst hervorgerufenen Zwangs (z.B. Eigenspannungen infolge Abfließens der Hydratationswärme) die k Werte im Bereich  $30\text{cm} \leq h \leq 100\text{cm}$  werden parabolisch interpoliert nach G. Meyer, R. Meyer "Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045" 3. Auflage 2007, Bild 1.4

$$h = 250\text{ mm} \rightarrow k =$$

$$0,80$$

## Beispielberechnung für obere Bewehrung - 1.Lage

Fläche der Betonzugzone je Bauteilseite

$$A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot b = 125000\text{ mm}^2$$

Betonstahlspannung im Riss (für inneren Zwang nach DIN EN 1992-1-1, GL(7.1))

$$\sigma_s = \sigma_{sr} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / A_s = 166,7\text{ N/mm}^2$$

Achsabstand der Bewehrung

$$d_1 = c_{nom} + d_{s1} / 2 = 61\text{ mm}$$

effektive Dicke nach DIN EN 1992-1-1, Bild 7.1.d)  $h/d_1 = 4,1 \rightarrow h_{c,ef} =$

$$125\text{ mm}$$

Wirkungsbereich der Bewehrung

$$A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b = 125000\text{ mm}^2$$

effektiver Bewehrungsgrad (nur Betonstahl) GL(7.10)

$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0090$$

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl GL(7.9)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \max \left\{ \begin{array}{l} [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_s = 0,00039 \\ 0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,00050 \end{array} \right\} = 0,00050$$

Grenzabstand der Stäbe

$$e_{s,lim} = 5 \cdot (c + d_s / 2) = 305,0\text{ mm}$$

maximaler Rissabstand

$$s_{r,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} d_s / (3,6 \cdot \rho_{p,eff}) = 368,4\text{ mm} \\ \sigma_s \cdot d_s / (3,6 \cdot f_{ct,eff}) = 294,7\text{ mm} \\ 2 \cdot \text{Maschenweite} = \text{mm} \end{array} \right\} = 294,7\text{ mm}$$

Charakteristische Rissbreite GL(7.8)

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,15\text{ mm}$$

**S T A H L B E T O N D E C K E      h = 25 cm**

Decke über 4.OG (nicht befahrbar)

**Berechnung der Rissbreite unter zentrischem Zwang nach DIN EN 1992-1-1:2011, Abs 7.3.4**

**Betongüte C 30 / 37**

$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$

$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$

**frühe Rissbildung - infolge abfließender Hydratationswärme**

wirksame Zugfestigkeit des Betons  
zum betrachteten Zeitpunkt.

$f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm} = 1,89 \text{ N/mm}^2$

**Betonstahl BSt 500 S (A)**

$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

**Bauteildicke**

**h = 250 mm**

	<b>obere Bewehrung</b>		<b>untere Bewehrung</b>	
Betondeckung	35 mm		35 mm	
	<b>1.Lage</b>	<b>2.Lage</b>	<b>1.Lage</b>	<b>2.Lage</b>
Matten	$\emptyset$ -	$\emptyset$ -	$\emptyset$ -	$\emptyset$ -
	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m
Rundstahl	$\emptyset$ 10 - 10,0	$\emptyset$ 10 - 10,0	$\emptyset$ 10 - 10,0	$\emptyset$ 10 - 10,0
	7,85 cm <sup>2</sup> /m	7,85 cm <sup>2</sup> /m	7,85 cm <sup>2</sup> /m	7,85 cm <sup>2</sup> /m
$e_{s,lim}$	200,0 mm	250,0 mm	200,0 mm	250,0 mm
$A_{ct}$	125000 mm <sup>2</sup>	125000 mm <sup>2</sup>	125000 mm <sup>2</sup>	125000 mm <sup>2</sup>
$\sigma_s = \sigma_{sr}$	240,0 N/mm <sup>2</sup>	240,0 N/mm <sup>2</sup>	240,0 N/mm <sup>2</sup>	240,0 N/mm <sup>2</sup>
$d_i$	40 mm	50 mm	40 mm	50 mm
$h/d_i$	6,25	5,00	6,25	5,00
$h_{c,ef}$	105 mm	125 mm	105 mm	125 mm
$A_{c,eff}$	105000 mm <sup>2</sup>	125000 mm <sup>2</sup>	105000 mm <sup>2</sup>	125000 mm <sup>2</sup>
$\rho_{p,eff}$	0,0075	0,0063	0,0075	0,0063
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_1$	0,00067	0,00058	0,00067	0,00058
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_2$	0,00072	0,00072	0,00072	0,00072
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_{\max(1,2)}$	0,00072	0,00072	0,00072	0,00072
$s_{r,max,1}$	371,4 mm	442,1 mm	371,4 mm	442,1 mm
$s_{r,max,2}$	353,7 mm	353,7 mm	353,7 mm	353,7 mm
$s_{r,max,3}$	mm	mm	mm	mm
$s_{r,max} (\min 1,2,3)$	353,7 mm	353,7 mm	353,7 mm	353,7 mm
$w_k$	0,255 mm	0,255 mm	0,255 mm	0,255 mm
$w_{k,zul}$	0,30 mm		0,30 mm	



## Faktoren und Beiwerte

Verhältniss der Elastizitätsmoduln  $\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,06$

Faktor (Lasteinwirkungsdauer) bei langfristiger Lasteinwirkung  $k_t = 0,4$

Faktor für Berücksichtigung der Spannungsverteilung innerhalb der Zugzone  
- für zentrischen Zug  $k_c = 1,00$   
(Platte bleibt unterstützt)

Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen und weiteren risskraftreduzierenden Einflüssen

Fall a) Zugspannungen infolge im Bauteil selbst hervorgerufenen Zwangs (z.B. Eigenspannungen infolge Abfließens der Hydratationswärme) die k Werte im Bereich  $30\text{cm} \leq h \leq 100\text{cm}$  werden parabolisch interpoliert nach G. Meyer, R. Meyer "Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045" 3. Auflage 2007, Bild 1.4  
 $h = 250\text{ mm} \rightarrow k = 0,80$

## Beispielberechnung für obere Bewehrung - 1.Lage

Fläche der Betonzugzone je Bauteilseite  $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot b = 125000\text{ mm}^2$

Betonstahlspannung im Riss (für inneren Zwang nach DIN EN 1992-1-1, GL(7.1))  
 $\sigma_s = \sigma_{sr} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / A_s = 240,0\text{ N/mm}^2$

Achsabstand der Bewehrung  $d_1 = c_{nom} + d_{s1} / 2 = 40\text{ mm}$   
effektive Dicke nach DIN EN 1992-1-1, Bild 7.1 d)  $h/d_1 = 6,3 \rightarrow h_{c,ef} = 105\text{ mm}$

Wirkungsbereich der Bewehrung  $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b = 105000\text{ mm}^2$

effektiver Bewehrungsgrad (nur Betonstahl) GL(7.10)  $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0075$

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl GL(7.9)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \max \left\{ \begin{array}{l} [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_s = 0,00067 \\ 0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,00072 \end{array} \right\} = 0,00072$$

Grenzabstand der Stäbe  $e_{s,lim} = 5 \cdot (c + d_s / 2) = 200,0\text{ mm}$

maximaler Rissabstand  $s_{r,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} d_s / (3,6 \cdot \rho_{p,eff}) = 371,4\text{ mm} \\ \sigma_s \cdot d_s / (3,6 \cdot f_{ct,eff}) = 353,7\text{ mm} \\ 2 \cdot \text{Maschenweite} = \text{mm} \end{array} \right\} = 353,7\text{ mm}$

Charakteristische Rissbreite GL(7.8)  $w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,25\text{ mm}$

**STAHLBETONDECKE h = 30 cm**

Rampe

**Berechnung der Rissbreite unter zentrischem Zwang nach DIN EN 1992-1-1:2011, Abs 7.3.4**

**Betongüte C 30 / 37**

$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$

$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$

**frühe Rissbildung - infolge abfließender Hydratationswärme**

wirksame Zugfestigkeit des Betons  
zum betrachteten Zeitpunkt.

$f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm} = 1,89 \text{ N/mm}^2$

**Betonstahl BSt 500 S (A)**

$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

**Bauteildicke**

**h = 300 mm**

	obere Bewehrung		untere Bewehrung	
Betondeckung	55 mm		35 mm	
	1.Lage	2.Lage	1.Lage	2.Lage
Matten	Ø -	Ø -	Ø -	Ø -
	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m
Rundstahl	Ø 12 - 10,0	Ø 12 - 10,0	Ø 12 - 10,0	Ø 12 - 10,0
	11,31 cm <sup>2</sup> /m	11,31 cm <sup>2</sup> /m	11,31 cm <sup>2</sup> /m	11,31 cm <sup>2</sup> /m
$e_{s,11\#}$	305,0 mm	365,0 mm	205,0 mm	265,0 mm
$A_{ct}$	150000 mm <sup>2</sup>	150000 mm <sup>2</sup>	150000 mm <sup>2</sup>	150000 mm <sup>2</sup>
$\sigma_s = \sigma_{sr}$	200,0 N/mm <sup>2</sup>	200,0 N/mm <sup>2</sup>	200,0 N/mm <sup>2</sup>	200,0 N/mm <sup>2</sup>
$d_i$	61 mm	73 mm	41 mm	53 mm
$h/d_i$	4,92	4,11	7,32	5,66
$h_{c,ef}$	150 mm	150 mm	112 mm	136 mm
$A_{c,eff}$	150000 mm <sup>2</sup>	150000 mm <sup>2</sup>	112000 mm <sup>2</sup>	136000 mm <sup>2</sup>
$\rho_{p,eff}$	0,0075	0,0075	0,0101	0,0083
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_1$	0,00048	0,00048	0,00060	0,00052
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_2$	0,00060	0,00060	0,00060	0,00060
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_{\max(1,2)}$	0,00060	0,00060	0,00060	0,00060
$s_{r,max,1}$	442,1 mm	442,1 mm	330,1 mm	400,8 mm
$s_{r,max,2}$	353,7 mm	353,7 mm	353,7 mm	353,7 mm
$s_{r,max,3}$	mm	mm	mm	mm
$s_{r,max} (\min 1,2,3)$	353,7 mm	353,7 mm	330,1 mm	353,7 mm
$w_k$	0,212 mm	0,212 mm	0,199 mm	0,212 mm
$w_{k,zul}$	0,30 mm		0,30 mm	

## Faktoren und Beiwerte

Verhältniss der Elastizitätsmoduln

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,06$$

Faktor (Lasteinwirkungsdauer) bei langfristiger Lasteinwirkung  $k_t = 0,4$

Faktor für Berücksichtigung der Spannungsverteilung innerhalb der Zugzone

- für zentrischen Zug

$$k_c = 1,00$$

(Platte bleibt unterstützt)

Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen und weiteren risskraftreduzierenden Einflüssen

Fall a) Zugspannungen infolge im Bauteil selbst hervorgerufenen Zwangs (z.B. Eigenspannungen infolge Abfließens der Hydratationswärme) die k Werte im Bereich  $30\text{cm} \leq h \leq 100\text{cm}$  werden parabolisch interpoliert nach G. Meyer, R. Meyer "Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045" 3. Auflage 2007, Bild 1.4

$$h = 300\text{ mm} \rightarrow k = 0,80$$

## Beispielberechnung für obere Bewehrung - 1.Lage

Fläche der Betonzugzone je Bauteilseite

$$A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot b = 150000\text{ mm}^2$$

Betonstahlspannung im Riss (für inneren Zwang nach DIN EN 1992-1-1, GL(7.1))

$$\sigma_s = \sigma_{sr} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / A_s = 200,0\text{ N/mm}^2$$

Achsabstand der Bewehrung

$$d_1 = c_{nom} + d_{s1} / 2 = 61\text{ mm}$$

effektive Dicke nach DIN EN 1992-1-1, Bild 7.1 d)  $h/d_1 = 4,9 \rightarrow h_{c,ef} = 150\text{ mm}$

Wirkungsbereich der Bewehrung

$$A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b = 150000\text{ mm}^2$$

effektiver Bewehrungsgrad (nur Betonstahl) GL(7.10)  $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0075$

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl GL(7.9)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \max \left[ \begin{array}{l} [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_s = 0,00048 \\ 0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,00060 \end{array} \right] = 0,00060$$

Grenzabstand der Stäbe

$$e_{s,lim} = 5 \cdot (c + d_s / 2) = 305,0\text{ mm}$$

$$\text{maximaler Rissabstand } s_{r,max} = \min \left[ \begin{array}{l} d_s / (3,6 \cdot \rho_{p,eff}) = 442,1\text{ mm} \\ \sigma_s \cdot d_s / (3,6 \cdot f_{ct,eff}) = 353,7\text{ mm} \\ 2 \cdot \text{Maschenweite} = \text{mm} \end{array} \right] = 353,7\text{ mm}$$

Charakteristische Rissbreite GL(7.8)

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,21\text{ mm}$$

# STAHLBETONDECKE h = 15 cm

Decke über (4.OG Rekonstruktion)

Berechnung der Rissbreite unter zentrischem Zwang nach DIN EN 1992-1-1:2011, Abs 7.3.4

Betongüte C 30 / 37

$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$

$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$

## frühe Rissbildung - infolge abfließender Hydratationswärme

wirksame Zugfestigkeit des Betons  
zum betrachteten Zeitpunkt.

$f_{ct,eff} = 0,65 \cdot f_{ctm} = 1,89 \text{ N/mm}^2$

Betonstahl BSt 500 S (A)

$f_{yk} = 500,0 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

Bauteildicke

h = 150 mm

	obere Bewehrung		untere Bewehrung	
Betondeckung	35 mm		20 mm	
	1.Lage	2.Lage	1.Lage	2.Lage
Matten	Ø -	Ø -	Ø -	Ø -
	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m	0,00 cm <sup>2</sup> /m
Rundstahl	Ø 8 - 10,0	Ø 8 - 10,0	Ø 8 - 10,0	Ø 8 - 10,0
	5,03 cm <sup>2</sup> /m	5,03 cm <sup>2</sup> /m	5,03 cm <sup>2</sup> /m	5,03 cm <sup>2</sup> /m
$e_{s,lim}$	195,0 mm	235,0 mm	120,0 mm	160,0 mm
$A_{ct}$	75000 mm <sup>2</sup>	75000 mm <sup>2</sup>	75000 mm <sup>2</sup>	75000 mm <sup>2</sup>
$\sigma_s = \sigma_{sr}$	225,0 N/mm <sup>2</sup>	225,0 N/mm <sup>2</sup>	225,0 N/mm <sup>2</sup>	225,0 N/mm <sup>2</sup>
$d_i$	39 mm	47 mm	24 mm	32 mm
$h/d_i$	3,85	3,19	6,25	4,69
$h_{c,ef}$	75 mm	75 mm	63 mm	75 mm
$A_{c,eff}$	75000 mm <sup>2</sup>	75000 mm <sup>2</sup>	63000 mm <sup>2</sup>	75000 mm <sup>2</sup>
$\rho_{p,eff}$	0,0067	0,0067	0,0080	0,0067
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_1$	0,00054	0,00054	0,00063	0,00054
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_2$	0,00068	0,00068	0,00068	0,00068
$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_{\max(1,2)}$	0,00068	0,00068	0,00068	0,00068
$s_{r,max,1}$	331,6 mm	331,6 mm	278,5 mm	331,6 mm
$s_{r,max,2}$	265,3 mm	265,3 mm	265,3 mm	265,3 mm
$s_{r,max,3}$	mm	mm	mm	mm
$s_{r,max} (\min 1,2,3)$	265,3 mm	265,3 mm	265,3 mm	265,3 mm
$w_k$	0,179 mm	0,179 mm	0,179 mm	0,179 mm
$w_{k,zul}$	0,30 mm		0,30 mm	

## Faktoren und Beiwerte

Verhältniss der Elastizitätsmoduln  $\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,06$

Faktor (Lasteinwirkungsdauer) bei langfristiger Lasteinwirkung  $k_t = 0,4$

Faktor für Berücksichtigung der Spannungsverteilung innerhalb der Zugzone  
- für zentrischen Zug  $k_c = 1,00$   
(Platte bleibt unterstützt)

Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen und weiteren risskraftreduzierenden Einflüssen

Fall a) Zugspannungen infolge im Bauteil selbst hervorgerufenen Zwangs (z.B. Eigenspannungen infolge Abfließens der Hydratationswärme)  
die k Werte im Bereich  $30\text{cm} \leq h \leq 100\text{cm}$  werden parabolisch interpoliert nach G. Meyer, R. Meyer "Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045"  
3. Auflage 2007, Bild 1.4  
 $h = 150\text{ mm} \rightarrow k = 0,80$

## Beispielberechnung für obere Bewehrung - 1.Lage

Fläche der Betonzugzone je Bauteilseite  $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot b = 75000\text{ mm}^2$

Betonstahlspannung im Riss (für inneren Zwang nach DIN EN 1992-1-1, GL(7.1))  
 $\sigma_s = \sigma_{sr} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / A_s = 225,0\text{ N/mm}^2$

Achsabstand der Bewehrung  $d_1 = c_{nom} + d_{s1} / 2 = 39\text{ mm}$   
effektive Dicke nach DIN EN 1992-1-1, Bild 7.1 d)  $h/d_1 = 3,8 \rightarrow h_{c,ef} = 75\text{ mm}$

Wirkungsbereich der Bewehrung  $A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot b = 75000\text{ mm}^2$

effektiver Bewehrungsgrad (nur Betonstahl) GL(7.10)  $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0067$

Differenz der mittleren Dehnungen von Beton und Betonstahl GL(7.9)

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \max \left\{ \begin{array}{l} [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})] / E_s = 0,00054 \\ 0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,00068 \end{array} \right\} = 0,00068$$

Grenzabstand der Stäbe  $e_{s,lim} = 5 \cdot (c + d_s / 2) = 195,0\text{ mm}$

maximaler Rissabstand  $s_{r,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} d_s / (3,6 \cdot \rho_{p,eff}) = 331,6\text{ mm} \\ \sigma_s \cdot d_s / (3,6 \cdot f_{ct,eff}) = 265,3\text{ mm} \\ 2 \cdot \text{Maschenweite} = \text{mm} \end{array} \right\} = 265,3\text{ mm}$

Charakteristische Rissbreite GL(7.8)  $w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,18\text{ mm}$