Bauen mit (Spannbeton)Fertigteilen

Bautechnisches Seminar NRW am 30.10.2018

Planen Beraten Prüfen

Hegger + Partner

Dr.-Ing. N. Kerkeni

Übersicht

- Vorzüge von Fertigteilen und Vorspannung
- (Vorgespannte) Fertigteil-Deckensysteme
- Konstruktionsdetails

Übersicht

- Vorzüge von Fertigteilen und Vorspannung
- (Vorgespannte) Fertigteil-Deckensysteme
- Konstruktionsdetails

Vorzüge der Fertigteilbauweise

Hegger + Partner

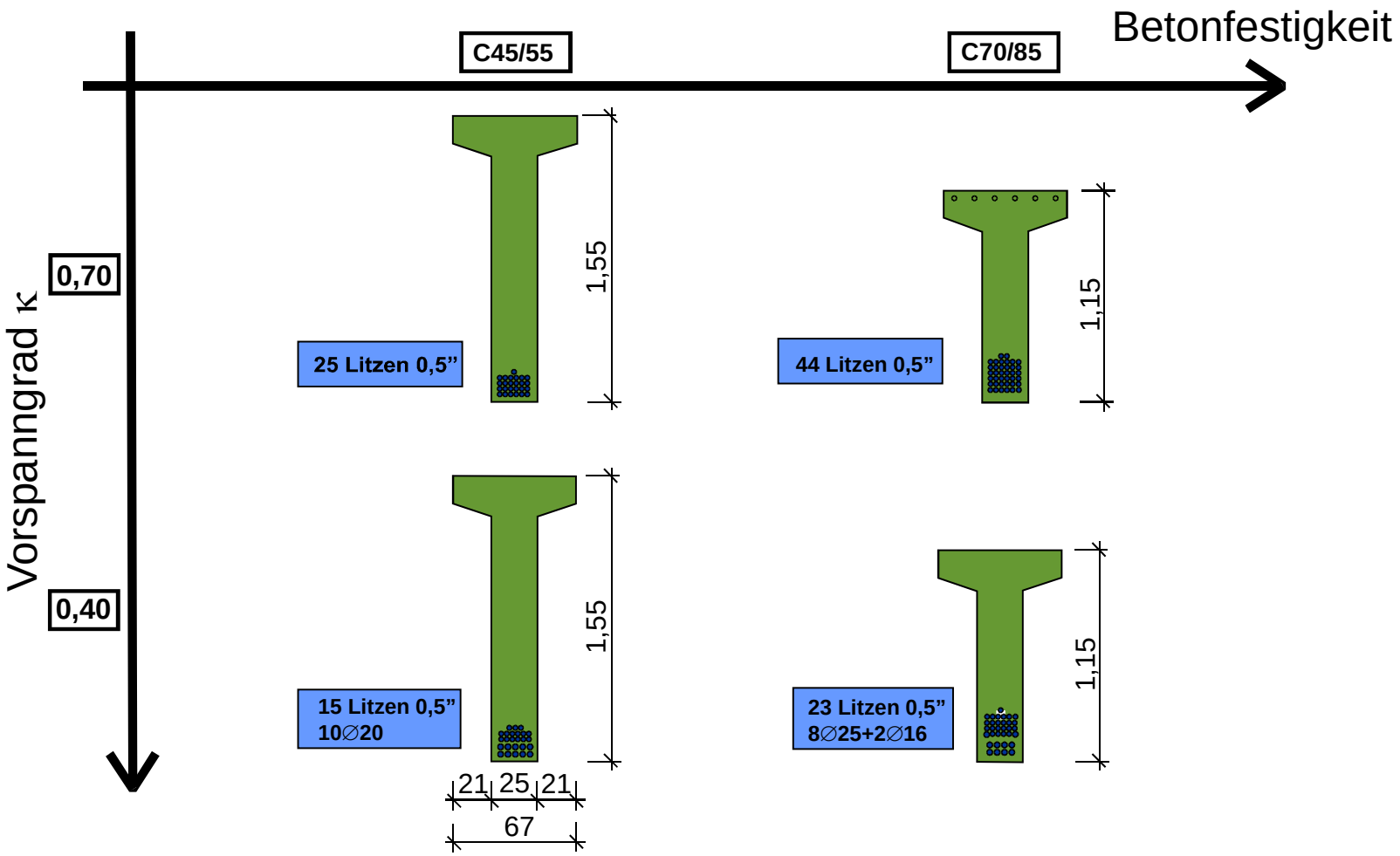
- Herstellung und Montage
  - gleichbleibende (hohe) Qualität
  - Materialersparnis
  - witterungsunabhängige Produktion
- Wirtschaftlichkeit
  - geringe Herstellkosten
  - Verkürzung der Bauzeit
- Tragwerk
  - Konventioneller Einsatz von **Vorspannung** und hochfesten Betonen
    - geringe Bauteilabmessungen, geringeres Eigengewicht
    - geringere Belastungen für Stützen und Fundamente
    - große Spannweiten für Decken und Träger

Vorzüge der Fertigteilbauweise

Hegger + Partner

- Anwendung neuer Entwicklungen
  - Hochleistungsbetone
  - Richtlinie für selbstverdichtenden Beton
  - Kombination von Fertigteil und Ortbeton
  - beliebige Vorspanngrade
  - Fortschritte in der Bewehrungstechnik

Spannbetonbinder mit sofortigem Verbund

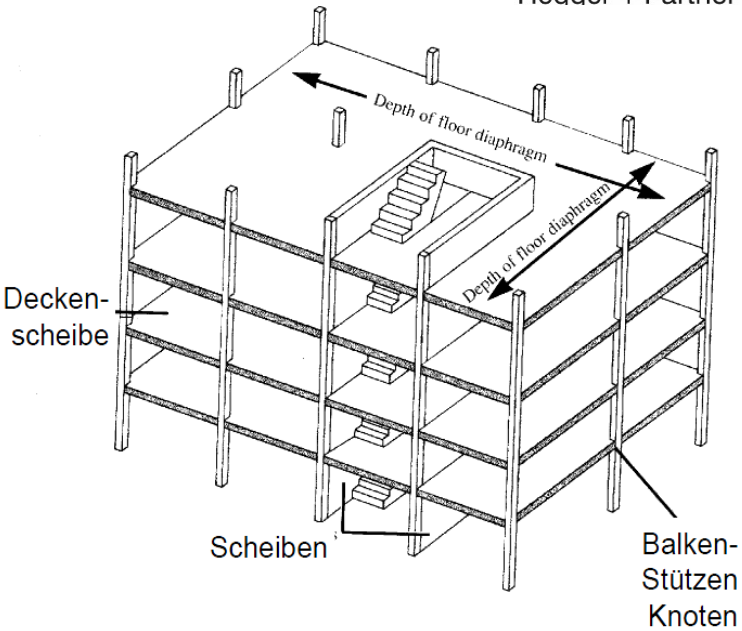


Fertigteile im Ingenieurbau

- Windenergieanlagen
  - i.d.R. ringförmige Segmente aus hochfestem Beton
- Brückenbauwerke
  - Teilfertigteile mit Ortbetonergänzung und durchlaufenden Spanngliedern
  - „Legobrücke“
- Tunnelbau
  - Tübbinge
- u.v.m.

Fertigteile im Hochbau

- Flächige horizontale Bauteile
  - Decken (häufig mit Vorspannung)
- Linienförmige horizontale Bauteile
  - Unterzüge, Balken (häufig mit Vorspannung)
- Vertikale Bauteile
  - Wände
  - Stützen



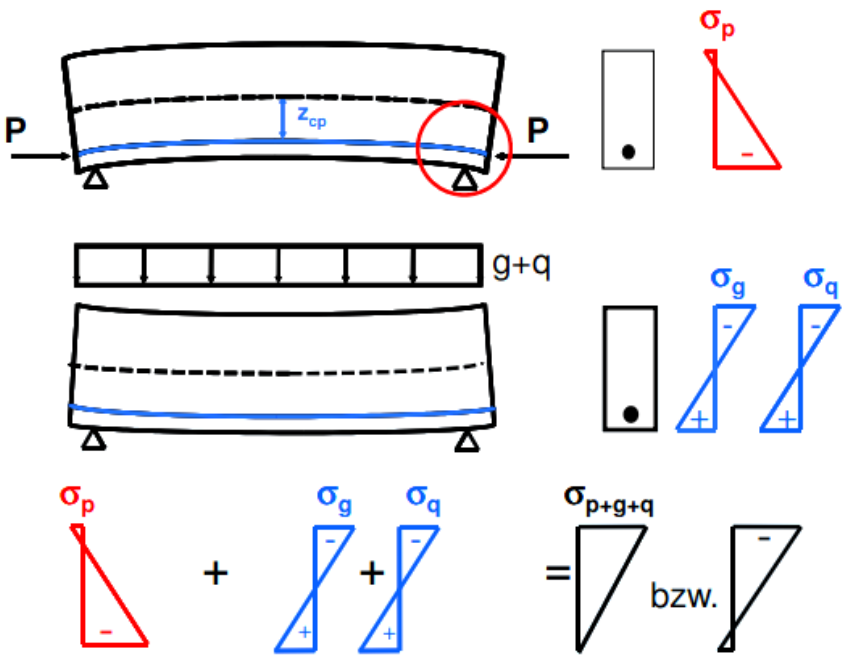
Vorzüge von Spannbeton

- Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit
  - (nahezu) rissfreie Zugzone, geringere Durchbiegungen
- Ausnutzung hochfester Stähle
- größere Spannweiten, schlankere Tragwerke

(1) Vorspannung

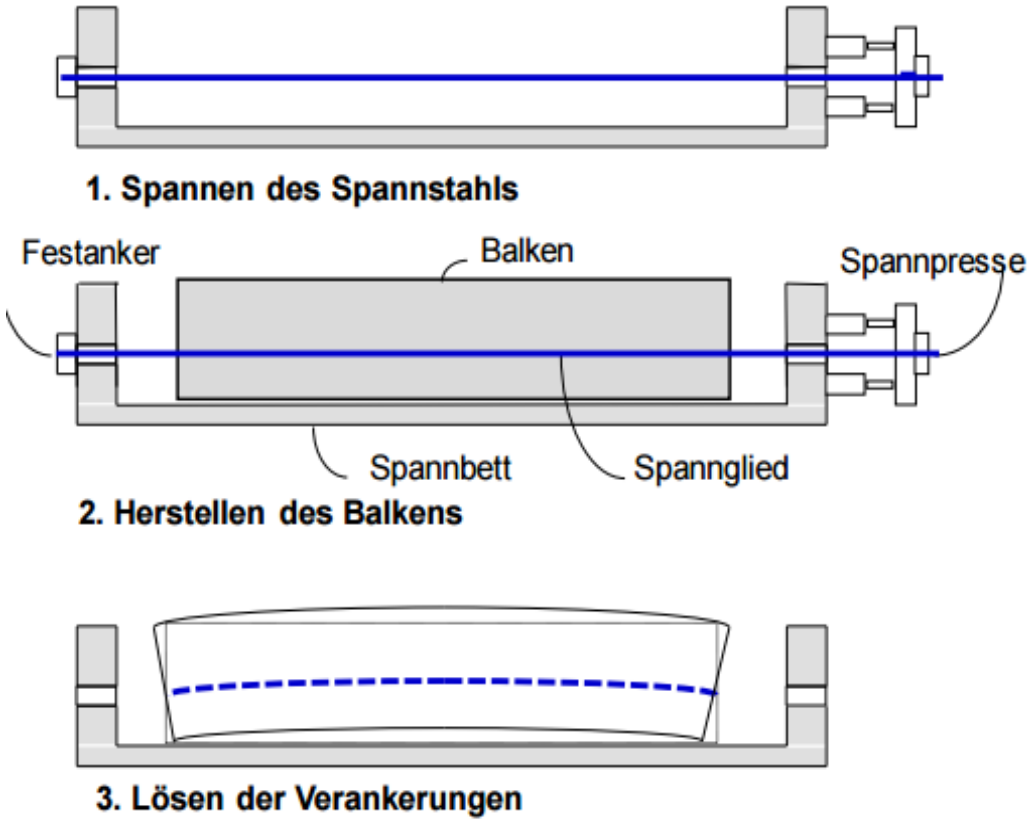
(2) Äußere Lasten

(3) Überlagerung von (1) und (2)



Vorspanntechnologien (1)

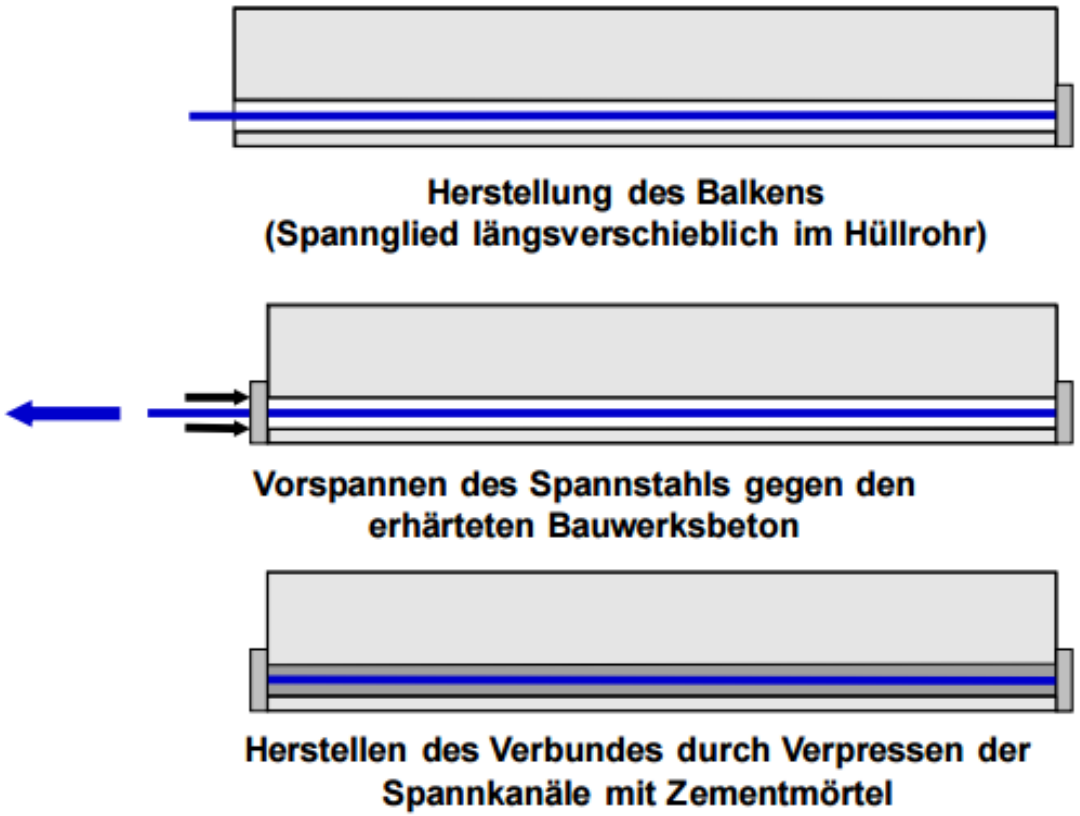
- Sofortiger Verbund
  - Herstellung im Spannbett
  - Eintragung der Vorspannung über Verbund



Vorspanntechnologien (2)

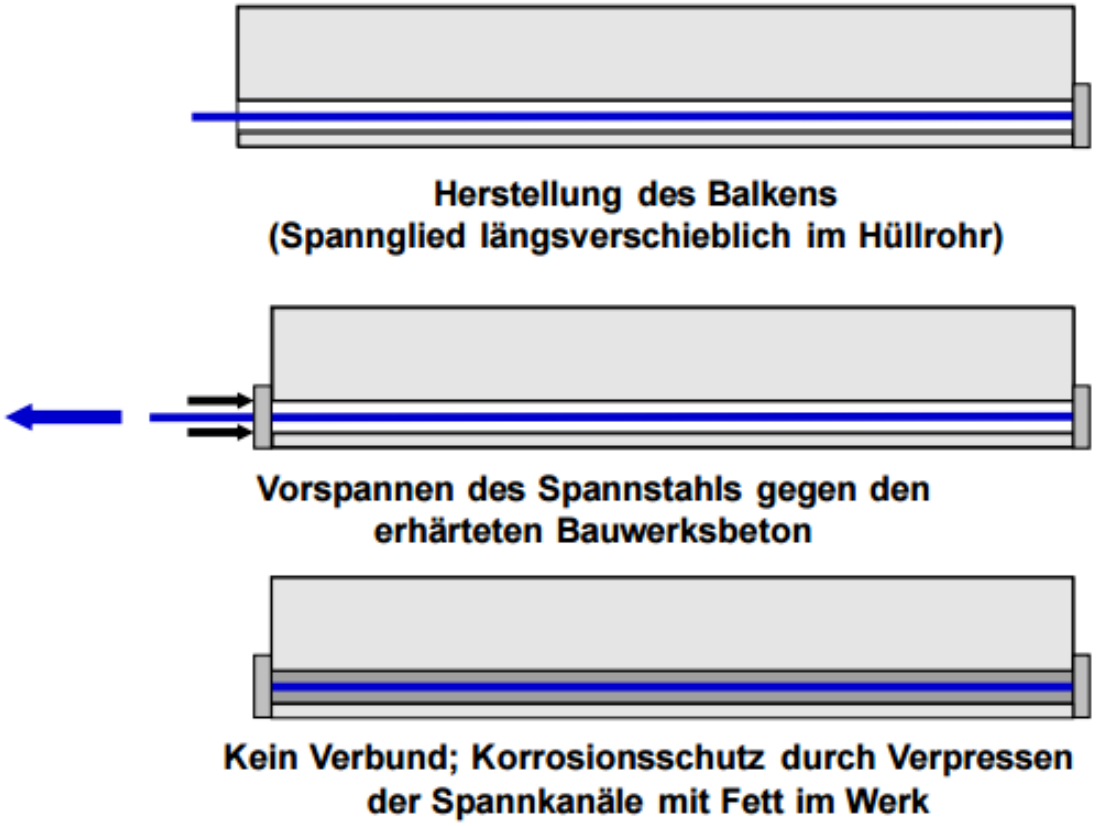
Hegger + Partner

- Nachträglicher Verbund
  - Vorspannen des Spannstahls gegen den erhärteten Beton
  - Verbund und Korrosionsschutz durch Verpressen der Hüllrohre



Vorspanntechnologien (3)

- Ohne Verbund
  - Vorspannen des Spannstahls gegen den erhärteten Beton
  - Korrosionsschutz durch werkseitige Verpressung mit Fett

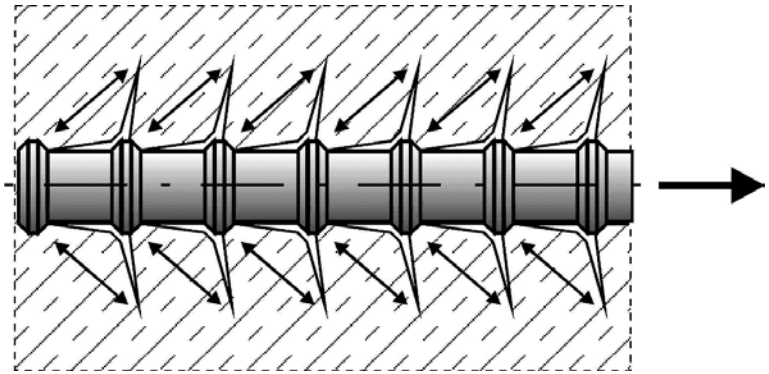


Verbundmechanismen bei sofortigem Verbund

Hegger + Partner

- Verbundanteile
  - Scherverbund

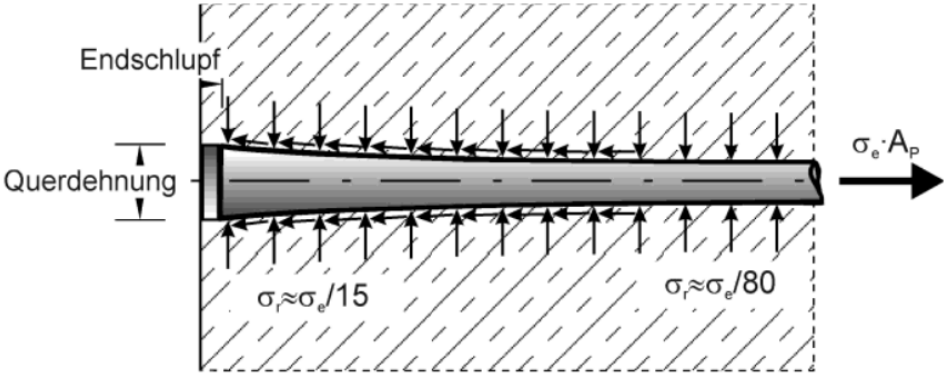
    (gerippten Betonstähle)



  - Haft- und Reibungsverbund

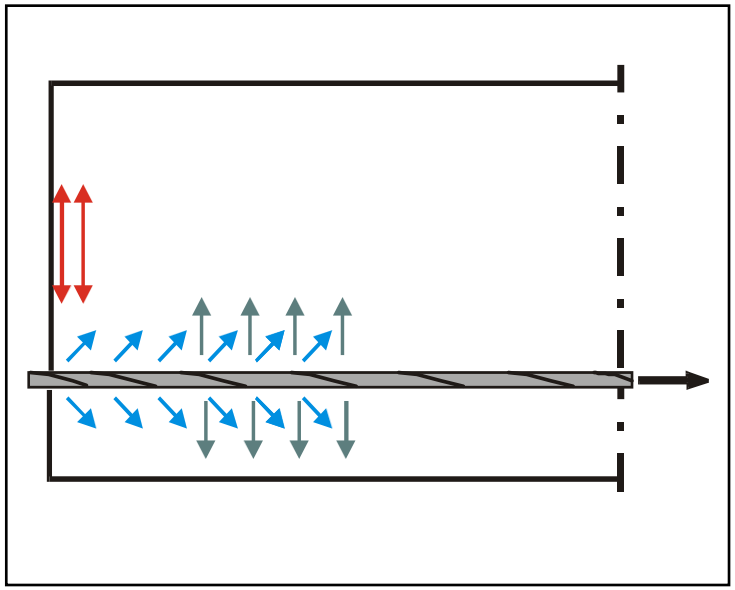
    (Spannstahllitzen)
  - „Hoyer-Effekt“

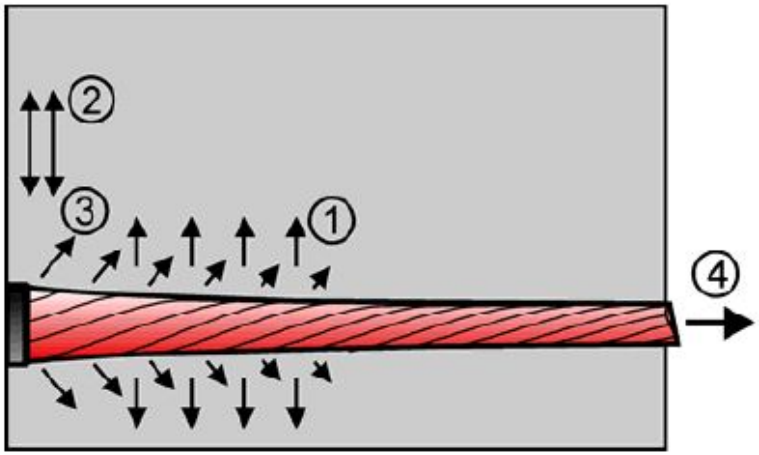
    (wedge action)

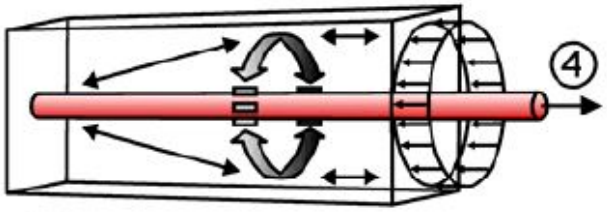


Verbundmechanismen bei sofortigem Verbund

- Beanspruchungen
  - Stirnzugkräfte
  - Sprengkräfte
  - Verbundkräfte







① Spaltzugkräfte
② Stirnzugkräfte
③ Sprengkräfte
④ Vorspannkraft

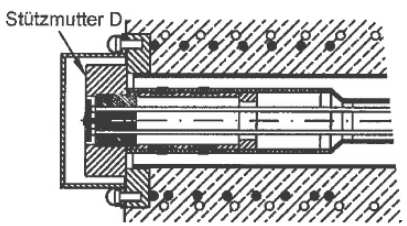
Lasteinleitung bei nachträglicher Vorspannung

Hegger + Partner

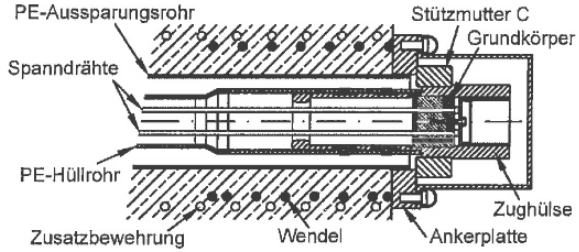
Ankerplatten und Mehrflächenanker für die externe/nachträgliche Vorspannung

Plattenverankerung

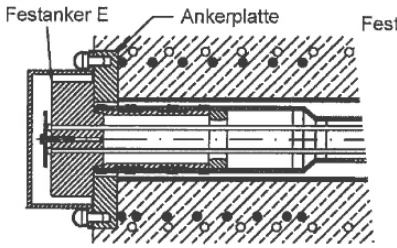
Festanker D



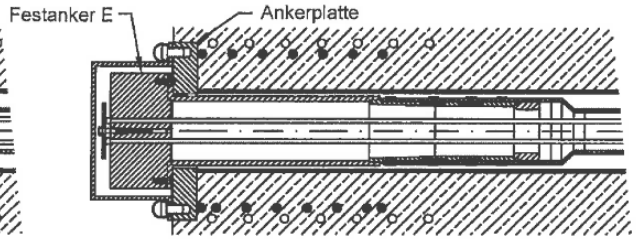
Spannanker C



Festanker Typ E (geschraubt)

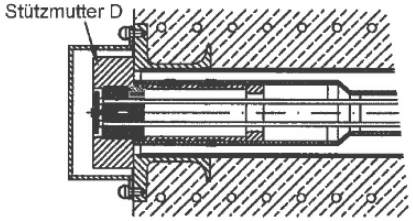


Festanker Typ E (geflanscht)

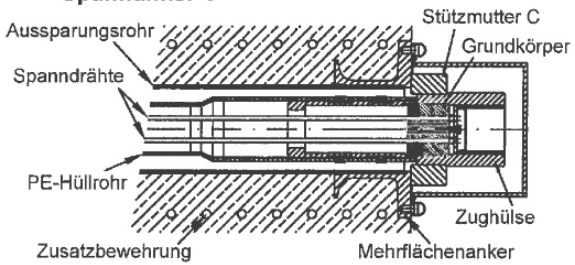


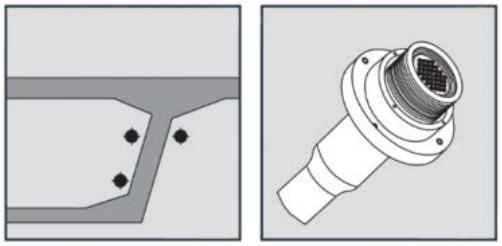
Mehrflächenverankerung MA

Festanker D



Spannanker C





Deutsches Institut für Bautechnik DIBt

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten
Bautechnisches Prüfamt
Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts
Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Datum: 29.09.2016
Geschäftszeichen: I 14-1.13.3-1/15

Zulassungsnummer: Z-13.3-139

Geltungsdauer
vom: 29. September 2016
bis: 15. April 2018

Antragsteller:
DYWIDAG-Systems International GmbH
Siemensstraße 8
85716 Unterschleissheim

Zulassungsgegenstand:
Drahtspannsystem SUSPA-Draht EX für externe Vorspannung mit 30 bis 84 Spannstahldrähten nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-2

http://www.dywidag-systems.de

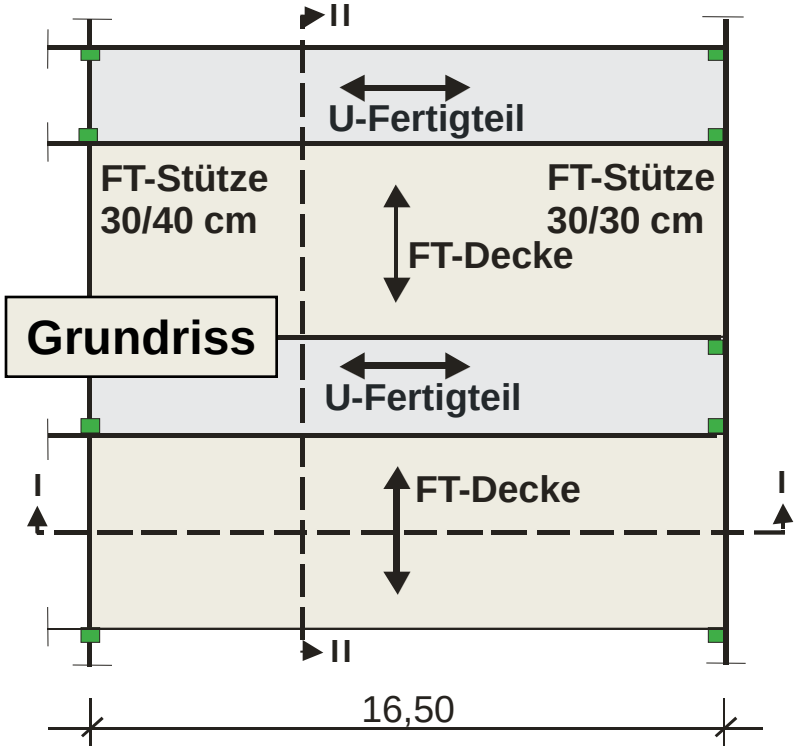
Übersicht

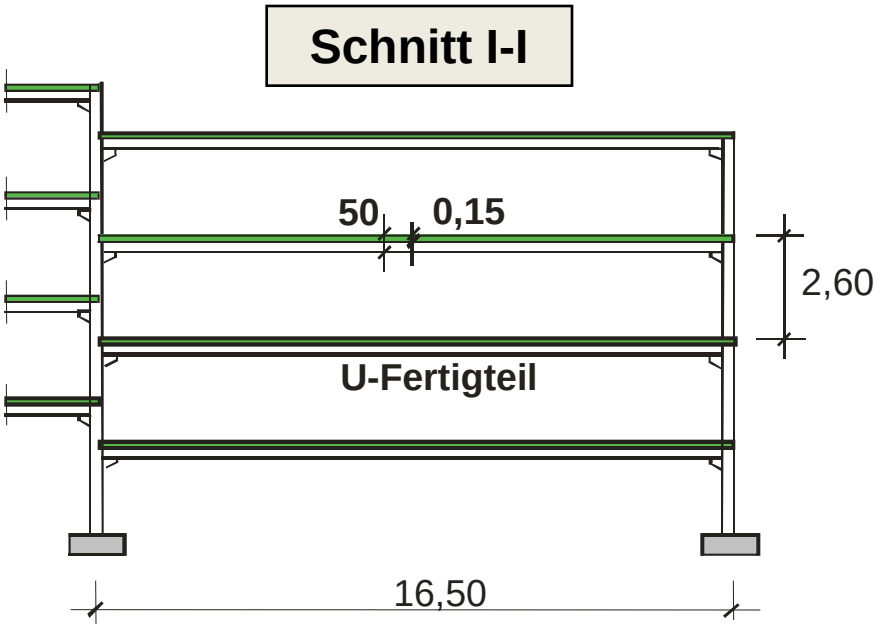
- Vorzüge von Fertigteilen und Vorspannung
- (Vorgespannte) Fertigteil-Deckensysteme
- Konstruktionsdetails

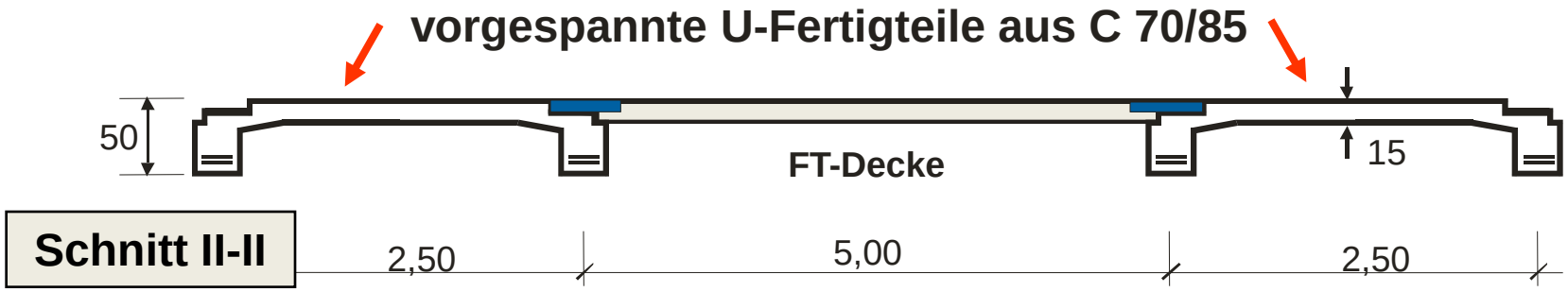
Deckensysteme (linienförmige Bauteile)

Hegger + Partner

Lösung I für das Beispiel Parkhaus



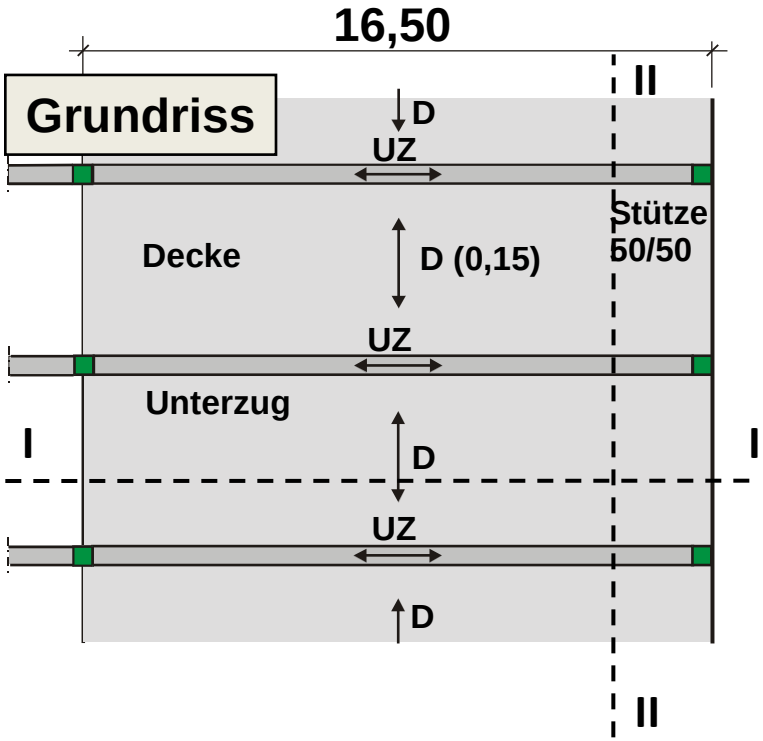


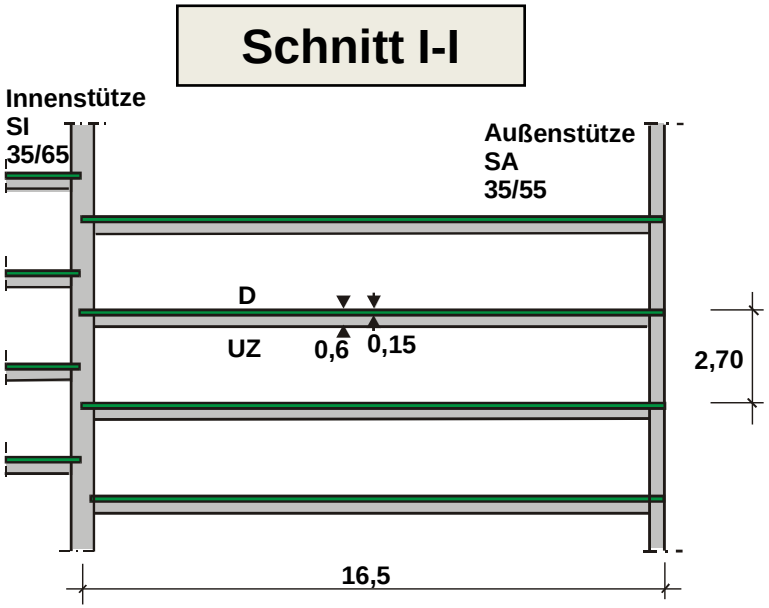


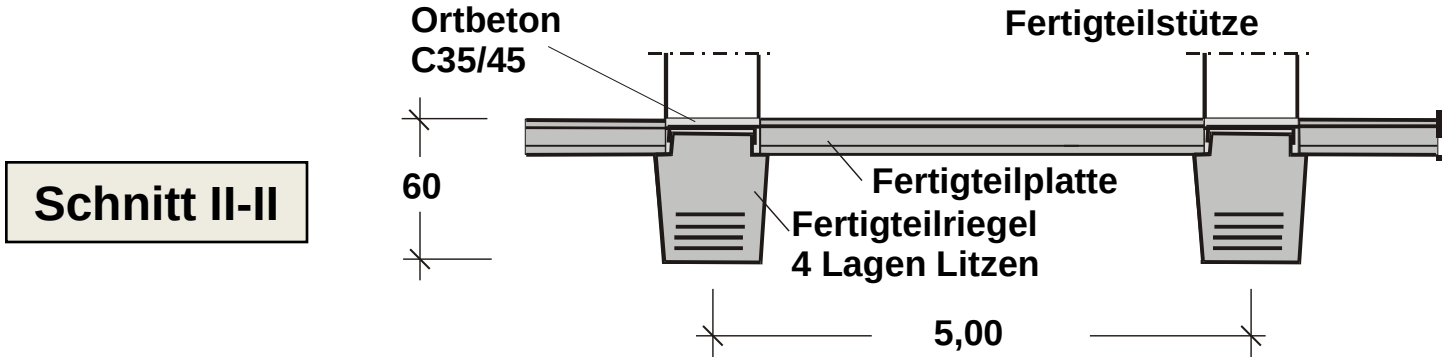
Deckensysteme (linienförmige Bauteile)

Hegger + Partner

Lösung II für das Beispiel Parkhaus



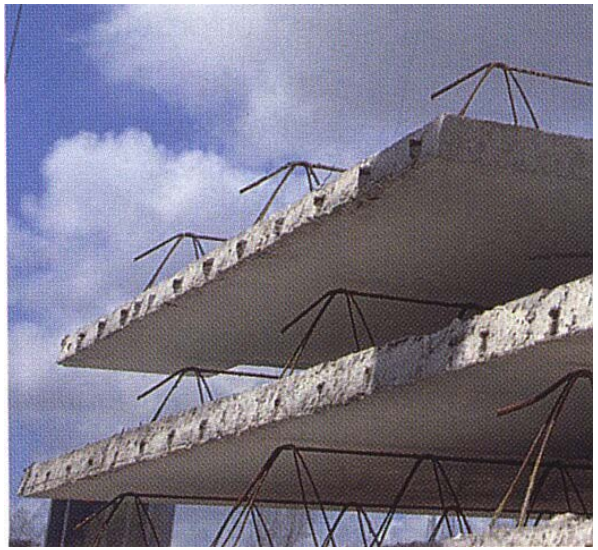


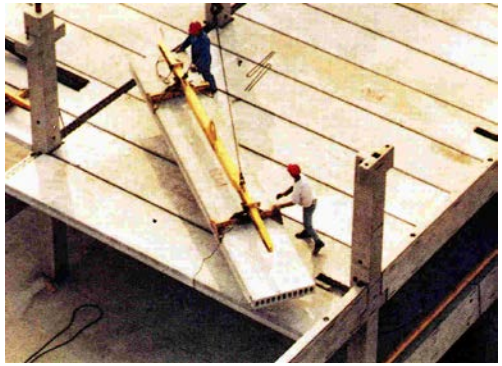


Deckensysteme (flächige Bauteile)

Hegger + Partner

- Ortbeton
- Teilvorgefertigt
- Vollvorgefertigt

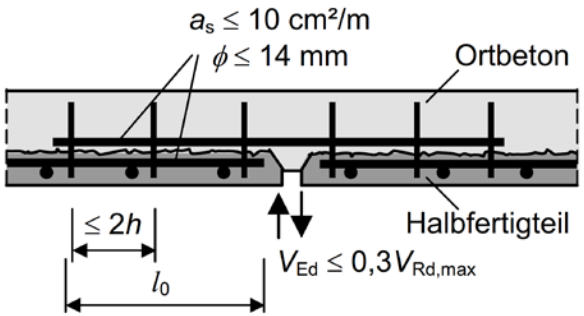


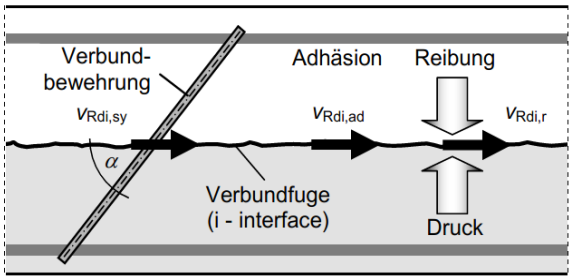


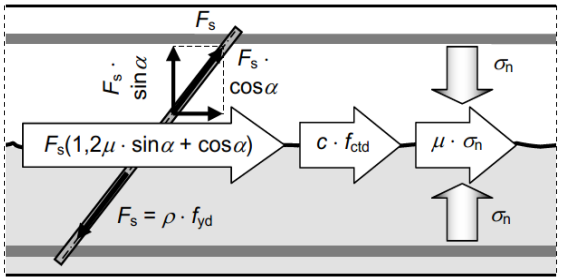
- i.d.R. schlaff bewehrt
- i.d.R. vorgespannt

Elementdecke

- Halbfertigteile mit nachträglich ergänzter Ortbetonschicht
- Einsatz hauptsächlich bei vorwiegend ruhender Belastung
- einachsige und zweiachsige Tragwirkung sowie Flachdecken möglich







Vorgespannte Elementdecke

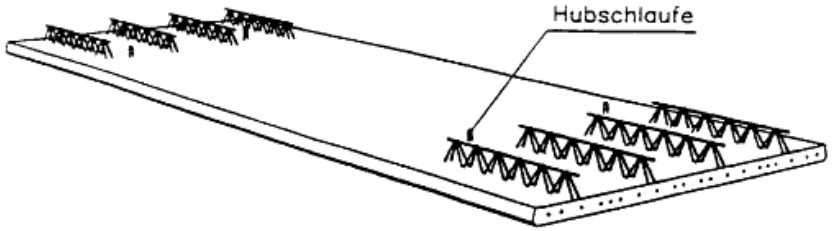
Hegger + Partner

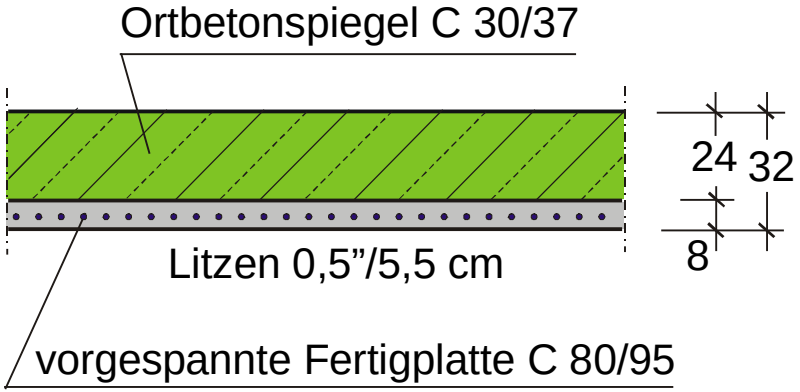
Innenfeld eines Durchlaufträgers

- Belastung: $g = 7{,}5\ kN/m^2$

  $q = 5{,}0\ kN/m^2$

- Stützweite: $l = 10 - 15\ m$
- Schlankheit: $l / d = 0{,}7 \cdot 15 / 0{,}28 = 38$

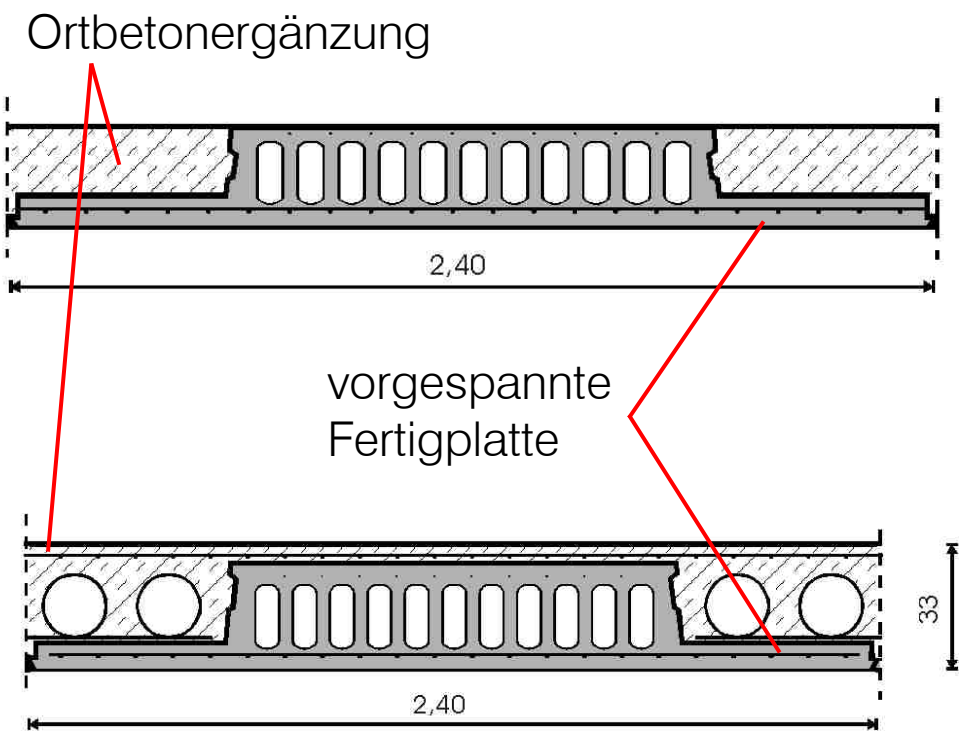




Kombinierte Deckensysteme

Hegger + Partner

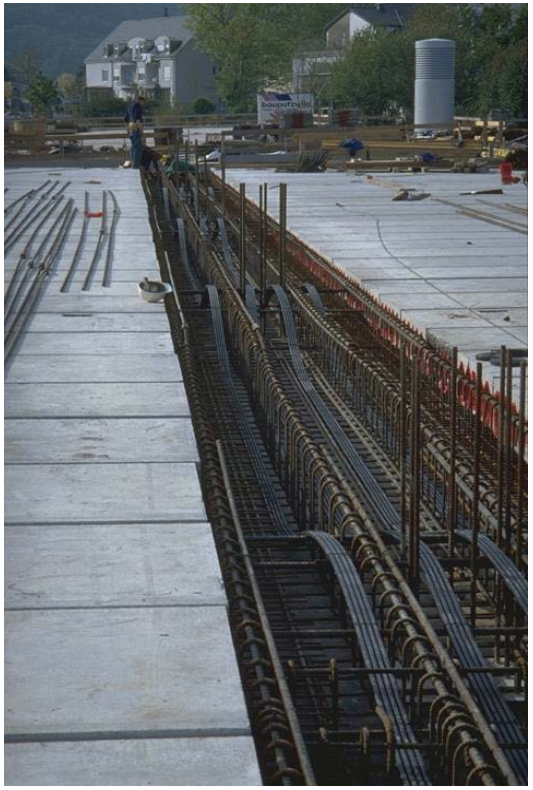
Wing - Decke



Vollvorgefertigte Deckenelemente

Hegger + Partner

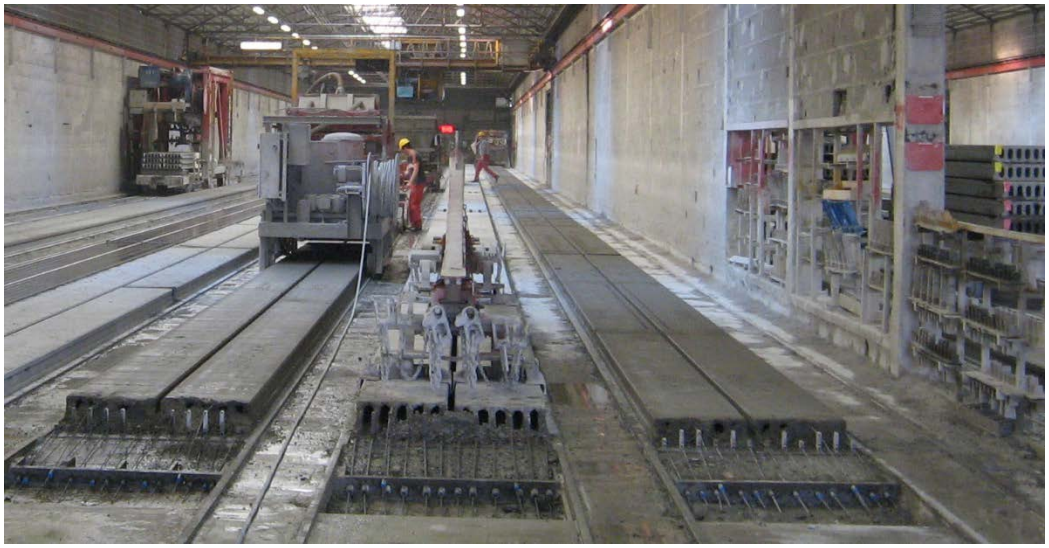
- i.d.R. Spannbeton-Hohlplatten (alternativ schlaff bewehrte und vorgespannte Vollquerschnitte)
- größte Stützweite bei geringen Konstruktionshöhen
- wirtschaftlich
- kurze Bauzeit
- witterungsunabhängig
- höhere Qualität (Werksfertigung)
- keine Hilfskonstruktionen

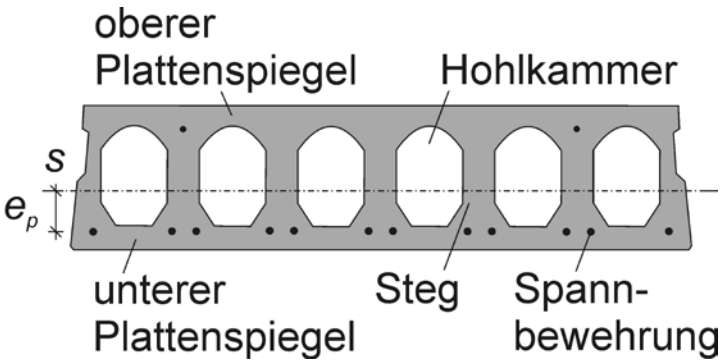


Spannbeton-Fertigdecken (Hohlplatten)

Hegger + Partner

- Prinzip
  - Herstellung mittels Gleitfertiger oder Extruder
  - ausschließlich vorgespannte Längsbewehrung
  - Verringerung des Eigengewichtes um bis zu 40%
  - Biegetragfähigkeit vergleichbar mit Vollplatten
  - Ansatz der Betonzugfestigkeit beim Querkraftabtrag





Zulassungen des DiBt

Hegger + Partner

Deutsches Institut für Bautechnik DIBt

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamt

Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts

Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Datum: 06.08.2015

Geschäftszeichen: I 11-1.15.10-51/14

Zulassungsnummer:
Z-15.10-276

Geltungsdauer
vom: **6. August 2015**
bis: **1. September 2019**

Antragsteller:
Forschungsgesellschaft
VMM-Spannbetonplatten GbR
Im Fußtal 2
50171 Kerpen

Zulassungsgegenstand:
Verwendung von Spannbeton-Hohlplatten
nach DIN EN 1168:2011-12 und DIN EN 1992-1-1:2011-01
System VMM und System VP

DIN EN 1168

Hegger + Partner

DEUTSCHE NORM Dezember 2011

DEUTSCHE NORM **Dezember 2011**

DIN EN 1168

DIN

ICS 91.100.30

Ersatz für
DIN EN 1168:2009-07
Siehe Anwendungsbeginn

Betonfertigteile –
Hohlplatten;
Deutsche Fassung EN 1168:2005+A3:2011

Precast concrete products –
Hollow core slabs;
German version EN 1168:2005+A3:2011

Produits préfabriqués en béton –
Dalles alvéolées;
Version allemande EN 1168:2005+A3:2011

© DIN Deutsches Institut für Normung e. V. · Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.
Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

Preisgruppe 27
www.din.de
www.beuth.de

1823599

Bemessung (1)

Hegger + Partner

- Entwurf
  - Traglasttabellen
  - Online-Tools der Hersteller
- Genehmigungsplanung
  - geprüfte Typenstatik
  - ausführliche Bemessung

Als Type
In statischer Hinsicht geprüft

Prüfbericht Nr. 4117. 30-2274/2010-01
mit Geltungsdauer bis 31.08.14
Weimar, den 2.3.09.10
Thüringer Landesverwaltungsamt
Abt. III - Bauwesen und Raumordnung
Ref. 330 - Bauaufsicht, Bautechnik
Referatsleiter Bearbeiter

Hegger+Partner

H+P Ingenieure GmbH & Co. KG
Kackertstraße 10
52072 Aachen
Tel 0241 / 44503-0 Fax –29
www.huping.de

TYPENBERECHNUNG SPANNBETON-FERTIGDECKEN VMM-L EPD

SPANNBETON-FERTIGDECKE VMM-L EPD 32 120

VMM-L EPD 32 120 **F90** $g_{k,1}$ = 4,56 kN/m²

Anforderungsklasse D
Expositionsklasse XC1

Typ	a_{zo} / a_{zu} [cm²/m]	$\sigma_{p(0),o}$ / $\sigma_{p(0),u}$ [N/mm²]	$M_{Rd,Feld}$ $M_{Rd,ULS}$	$M_{Rd,1,0}$ [kNm/m]	$M_{Rd,freq}$	$M_{Rd,Stütz}$ $M_{Rd,ULS}$	$M_{Rd,1,0}$ [kNm/m]	$M_{Rd,freq}$	$V_{Rd,ct1}$ [kN/m]	$V_{Rd,ct2}$ [kN/m]
PN5D[1)]	0,64 3,97	250 1040	139,3	121,5	109,7	-42,2	-50,0	0,0	111,0	60,5
PP5D[1)]	0,65 3,97	250 1040	139,3	121,5	109,8	-44,4	-50,1	0,0	111,0	60,5
TN5D	0,64 6,38	250 1060	215,1	159,0	164,9	-46,5	-42,8	0,0	107,1	78,3
TP5D	0,65 6,38	250 1060	215,2	159,0	164,9	-48,6	-42,9	0,0	107,1	78,3
WN5D	0,64 7,93	250 1080	255,7	183,5	199,5	-47,7	-38,1	0,0	104,2	88,9
WP5D	0,65 7,93	250 1080	255,8	183,5	199,5	-49,7	-38,2	-35,5	104,2	88,9
ZN5D	0,64 9,30	250 1080	289,8	201,7	225,5	-48,1	-34,7	-30,5	102,1	96,9
ZP5D	0,65 9,30	250 1080	289,9	201,7	225,5	-50,0	-34,8	-37,2	102,1	96,9
ZA5D	1,28 9,30	1020 1080	286,6	199,8	226,2	-70,6	-52,3	-57,3	101,6	75,8
WT5D	1,73 7,93	1020 1080	251,4	179,6	201,1	-89,5	-63,5	-69,1	103,9	75,6

Bemessung (2)

Hegger + Partner

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit für Biegung

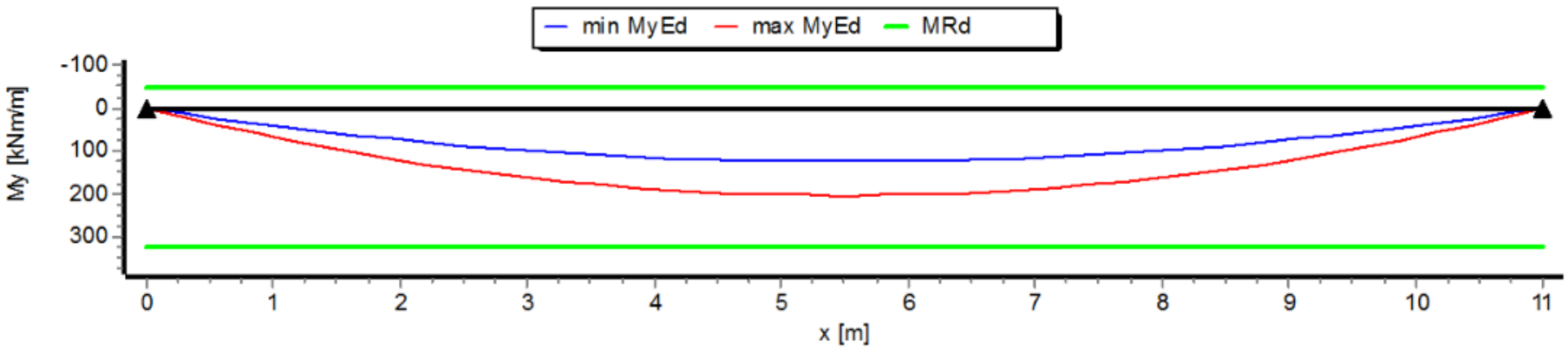
M_{Ed} (+/-)=	**203,15 / 0,00**	**kNm/m**
M_{Rd} (+/-)=	**323,82 / -49,41**	**kNm/m**

Nachweis erfüllt

Grenzdehnungszustand für $M_{Rd}(+)$	Grenzdehnungszustand für $M_{Rd}(-)$
ε_0= 5,41 ‰; κ= 55,94 1/km	ε_0= 10,67 ‰ ; κ= -88,13 1/km
ε_{oben}=-3,50 ‰ ; ε_{unten}=14,40 ‰	ε_{oben}= 24,70 ‰ ; ε_{unten}= -3,50 ‰
Betondruckkraft F_c =-1536,8 kN*)	Betondruckkraft F_c = -1071,7 kN*)
Spannstahlkraft F_{pu} =1563,7 kN*)	Spannstahlkraft F_{pu} = 965,0 kN*)
Spannstahlkraft F_{po} =-27,0 kN*)	Spannstahlkraft F_{po} = 107,4 kN*)
Innere Hebelarm z =0,253 m	Innere Hebelarm z = 0,055 m

*) die Werte gelten für die ganze Platte.

Bemessung (3)



Momentenverläufe M_{Ed} und M_{Rd} im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)

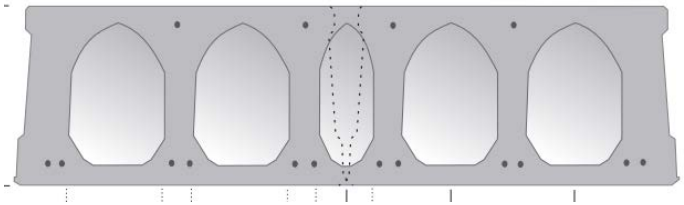
Bemessung (4)

Hegger + Partner

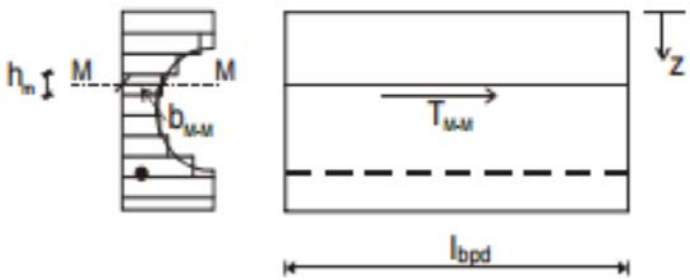
Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit für Querkraft

Nachweisschnitt 1: 10,74 m vom linken Auflager entfernt

V_{Ed1} = **-70,38 kN/m**



$$V_{Rd,ct,1} = f \cdot \frac{I \cdot b_w}{S} \left(\sqrt{\left(\frac{f_{ctk;0,05}}{\gamma_c} \right)^2 - \alpha_1 \cdot \sigma_{cpd} \cdot \frac{f_{ctk;0,05}}{\gamma_c}} - \alpha_p \cdot \tau_{cpd} \right)$$



maßgebende Schnitt bei z = 224 mm (von oben), mit:

f = 1,00

I = 2578924933 mm²

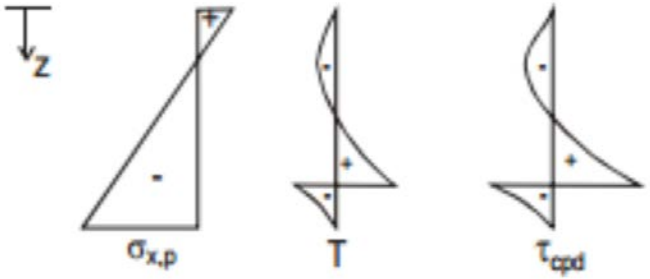
b_w = 359 mm

S = 9913074 mm³

$f_{ctk;0,05}$ = 2,7 N/mm² ; γ_c = 1,8

$\alpha_1 \cdot \sigma_{cpd}$ = -1,12 N/mm²

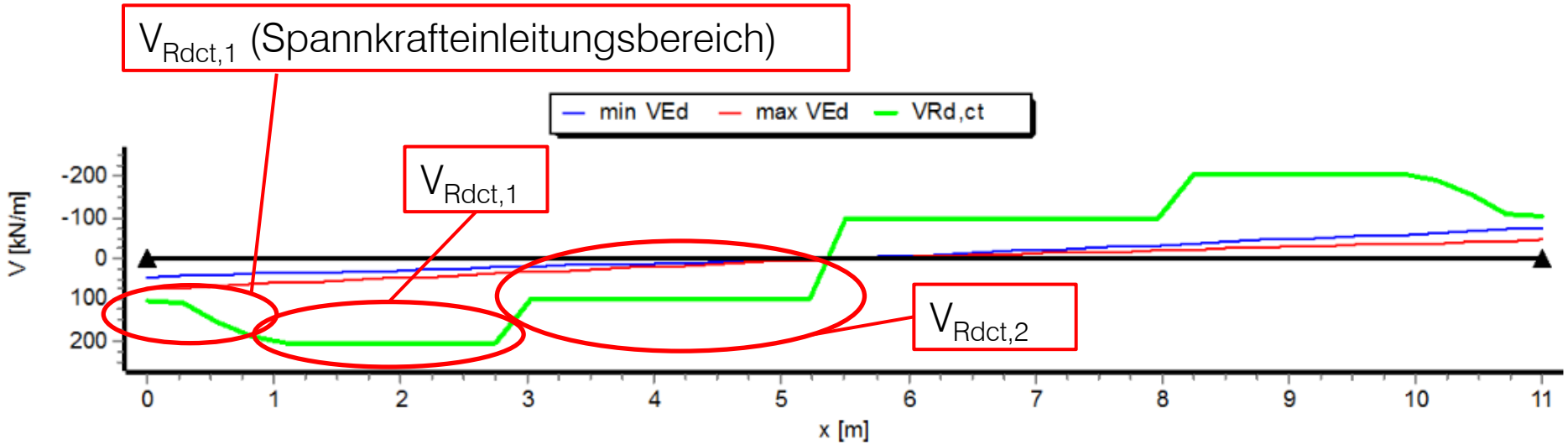
$\alpha_p \cdot \tau_{cpd}$ = 0,65 N/mm²



$V_{Rd,ct,1}$ = **103,50kN/m**

Nachweis erfüllt

Ausführliche Bemessung

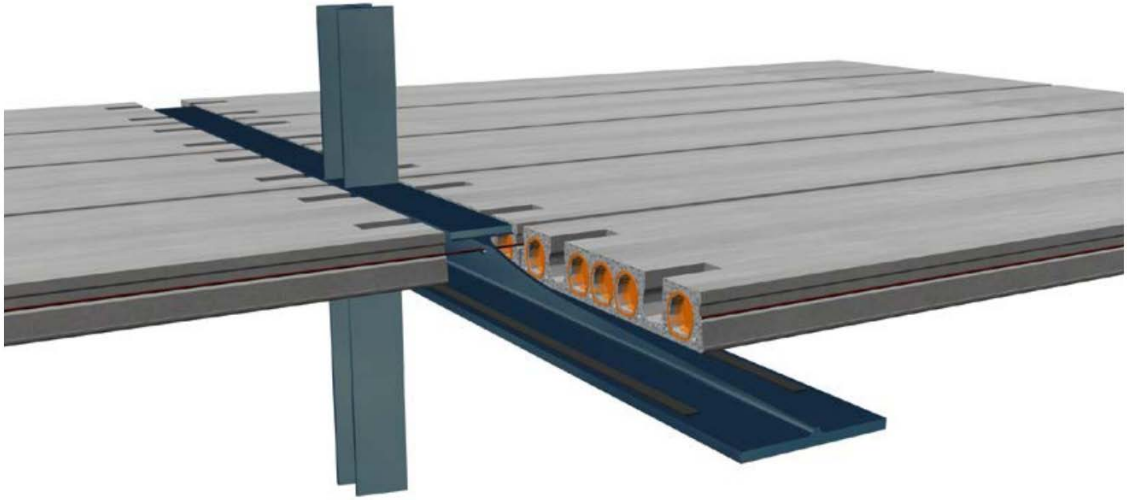


Querkraftverläufe V_{Ed} und $V_{Rd,ct}$ im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)

- zusätzlich alle erforderlichen Nachweise im GzT und GzG

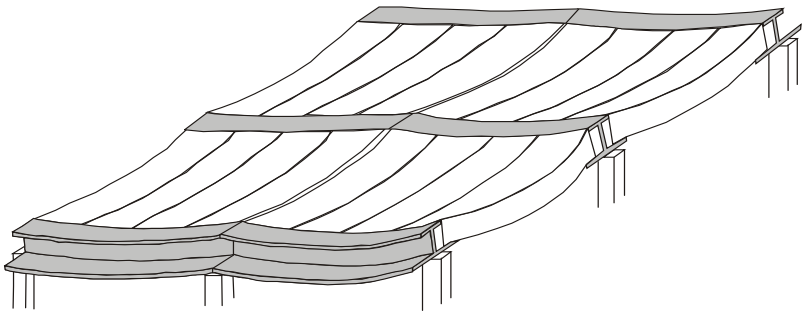
VMM-DECK: Bemessung Spannbeton-Fertigdecken Version 2.0.0			
Entwicklung: Dr.-Ing. N. Kerkeni H+P Ingenieure GmbH	**Kackertstrasse 10 52072 Aachen**	**www.huping.de**	

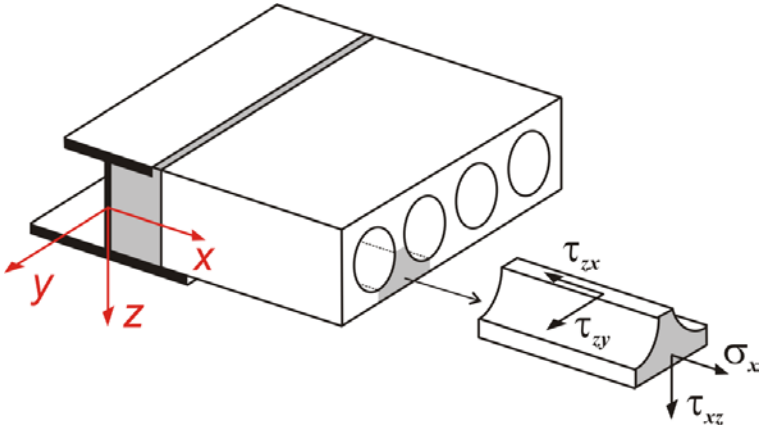
Biegeweiche Lagerung

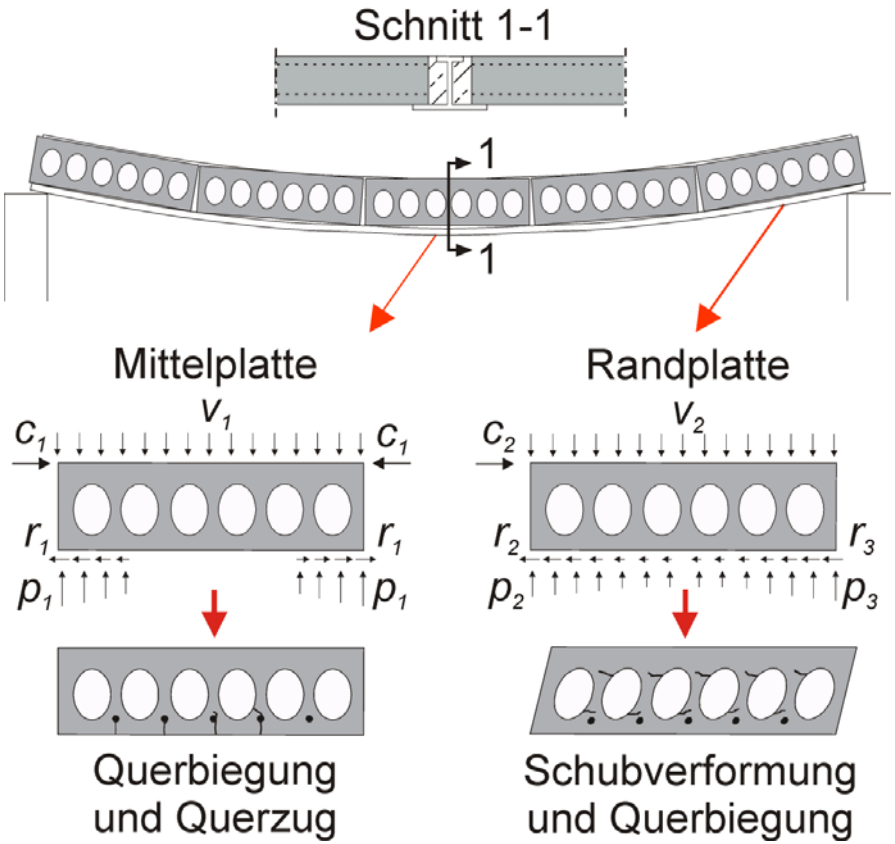


http://www.dw-systembau.de

Biegeweiche Lagerung - Beanspruchungen







Regelung der Zulassungen

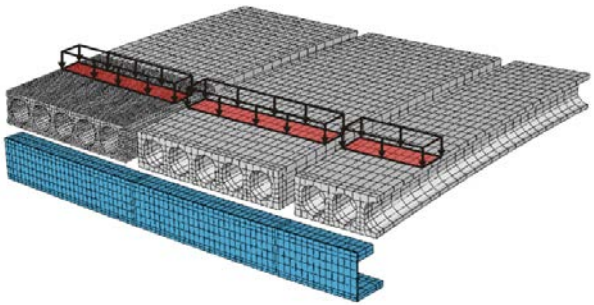
$$V_{Rd,ct} = f \cdot \frac{I \cdot b_w}{S} \cdot \left(\sqrt{\left(\frac{f_{ctk;0,05}}{\gamma_c}\right)^2 - \alpha_1 \cdot \sigma_{cd} \cdot \frac{f_{ctk;0,05}}{\gamma_c}} - \alpha_p \cdot \tau_{cpd} \right)$$

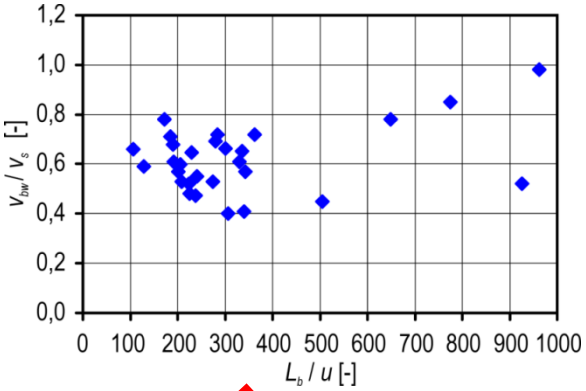
- Biegeweiche Lagerung
  - Der Bemessungswert der auf den Querschnitt einwirkenden Querkraft V_{Ed} darf nicht größer sein als 50 % des Bemessungswertes der Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,ct}$ ($V_{Ed} \leq 0{,}5 \cdot V_{Rd,ct}$)
  - Die Durchbiegung des Trägers unter einfachen Einwirkungen ($\gamma_F = 1{,}0$) darf den Wert l/300 nicht überschreiten
  - Zusätzlich konstruktiv
    - Elastomerstreifen t ≥ 10 mm
    - Hohlkammern mit Vergussbeton ausbetonieren

Untersuchungen

Hegger + Partner

- Versuche
- Numerik
- Datenbank





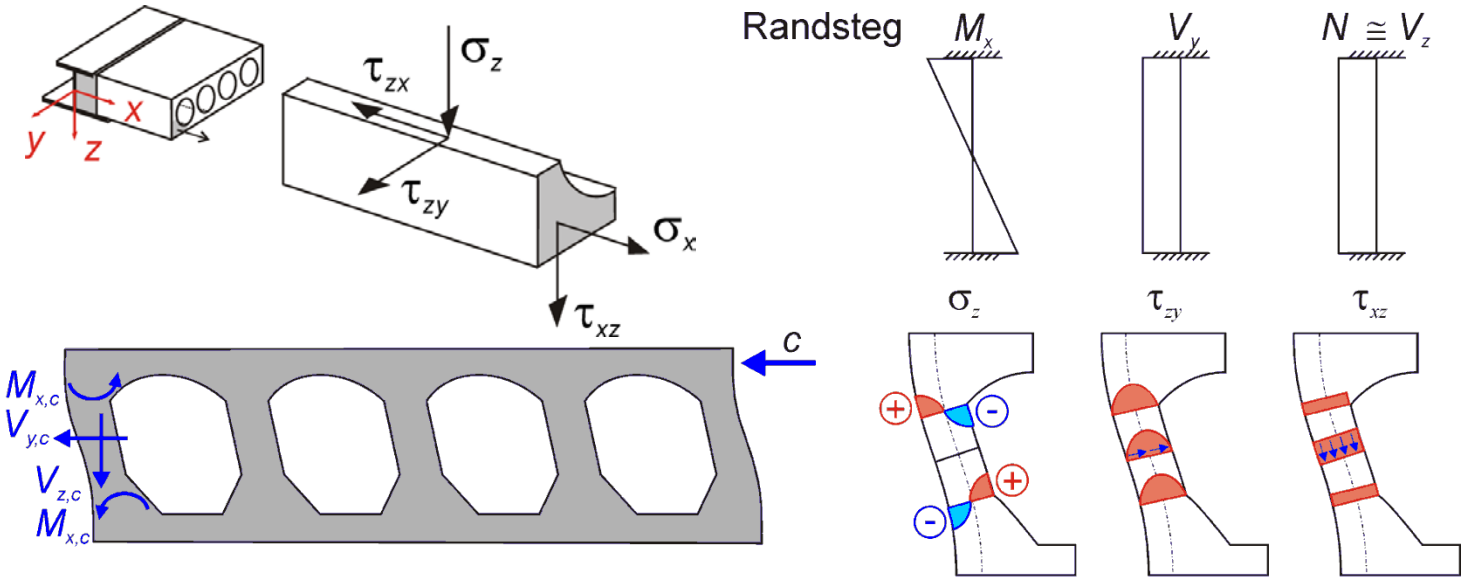
Tragverhalten

Bemessungsmodell Dr. Roggendorf

Beanspruchungen

Hegger + Partner

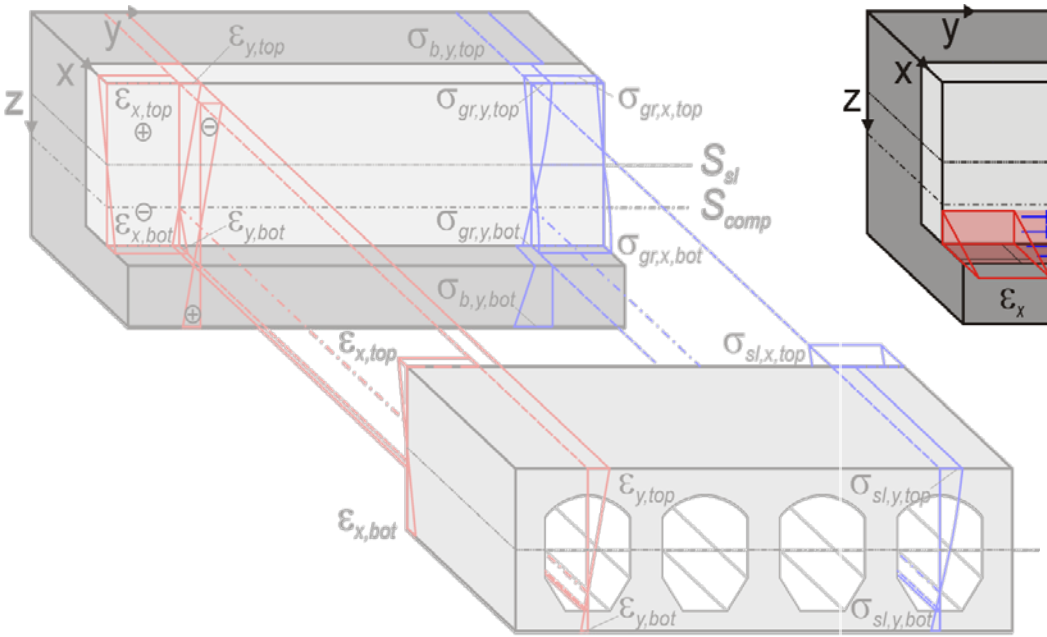
Querschub



Bemessungsmodell

Hegger + Partner

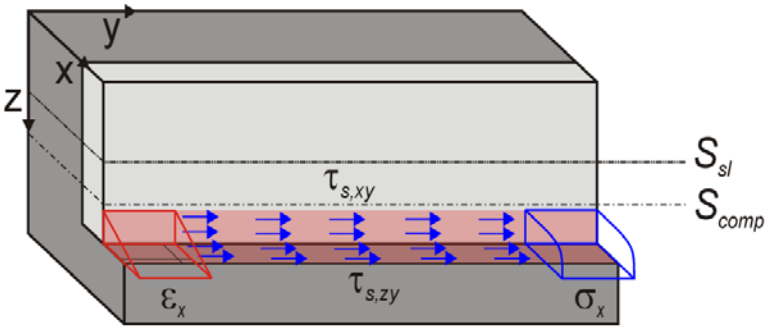
Volle Verbundwirkung bei geringen Lasten (ungerissene Vergussfugen)

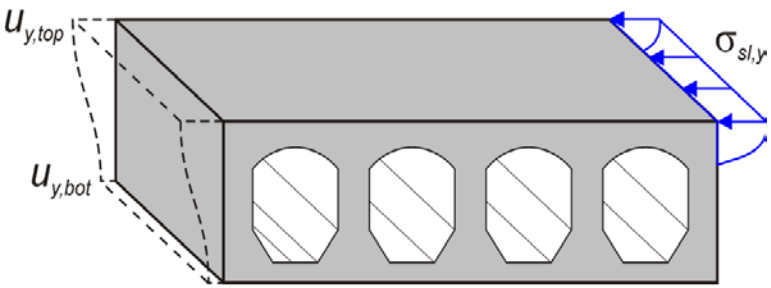


$$\varepsilon_{b,y\,(z)} = \varepsilon_{sl,y\,(z)} = \varepsilon_{gr,y\,(z)}$$
$$\varepsilon_{b,x\,(z)} = \varepsilon_{sl,x\,(z)} = \varepsilon_{gr,x\,(z)}$$

$$\sigma_b = E_b\,\varepsilon_b$$
$$\sigma_{gr} = E_{gr}\,\varepsilon_{gr}$$
$$\sigma_{sl} = E_{sl}\,\varepsilon_{sl}$$

Reduzierte Verbundwirkung im Bruchzustand (gerissene Vergussfugen)





$$\Delta u = u_{y,top} - u_{y,bot}$$

$$c = \int \sigma_{sl,y}\, dA_y = \int \tau_{s,xy}\, dA_{xy} + \int \tau_{s,zy}\, dA_{zy}$$

Bemessungsgleichungen Modell Roggendorf

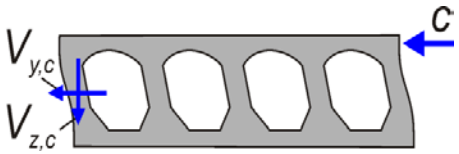
$$\tau_{xz,c} = \beta_f \; k_{xz,c} \; m \; \mu \; \frac{V_{comp} \, S_{sl}}{I_{sl} \, b_w}$$

$$k_{xz,c} = \frac{1}{2} \frac{h_{sl,eff}}{b_{sl}}$$

$$\tau_{zy,c} = \frac{3}{2} \beta_f \; k_{zy,c} \; m \; \mu \; \frac{V_{comp}}{b_w \, l_x}$$

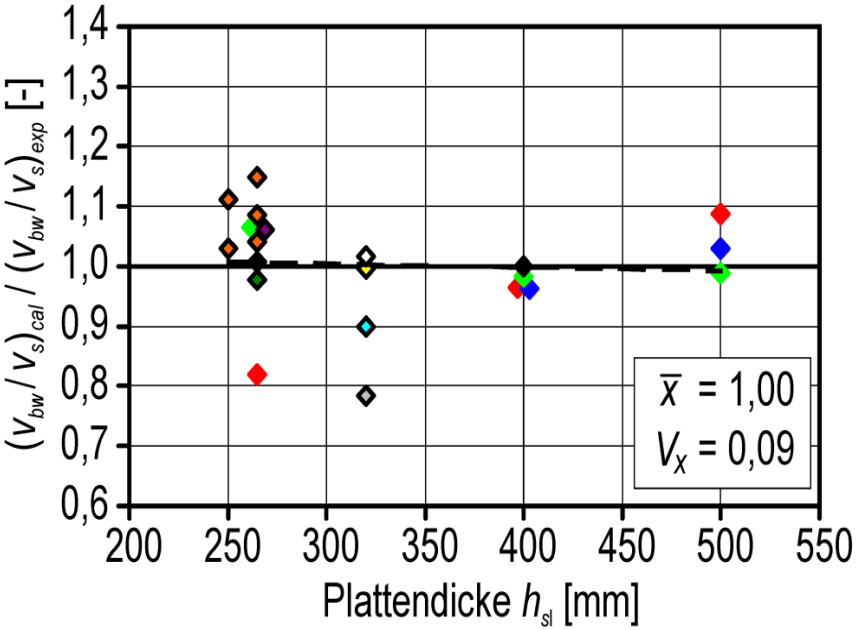
$$k_{zy,c} = \frac{1}{3} \frac{3 \, b_{sl} \, b_{w,j}^3 + 2 \, n \, h_{sl,eff} \, h_{sl,fl}^3}{n \, (2 b_{sl} \, b_{w,j}^3 + n \, h_{sl,eff} \, h_{sl,fl}^3)}$$

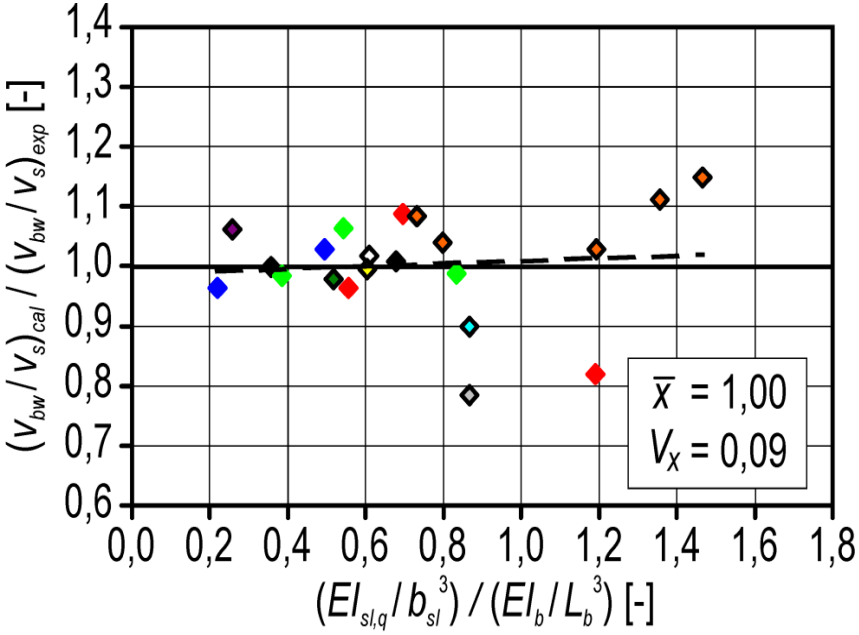
Querschub (analytisch)



$$c = \mu \, V_{comp}$$

Statistische Untersuchungen



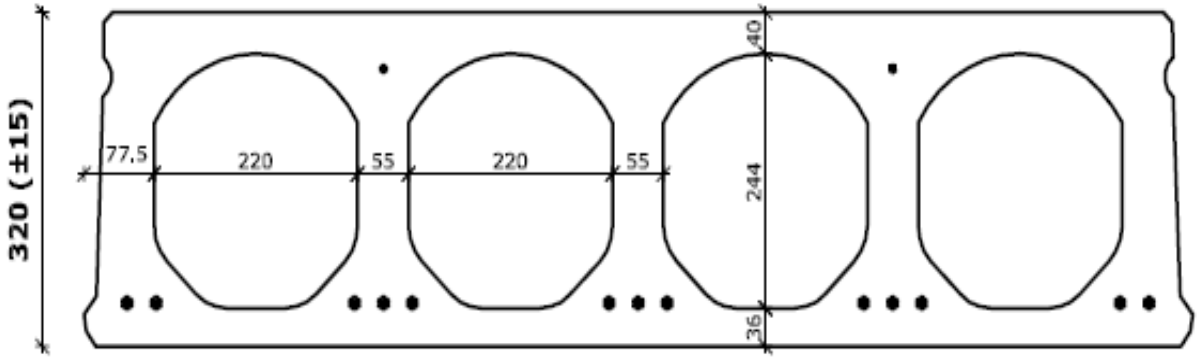


Parameterstudie

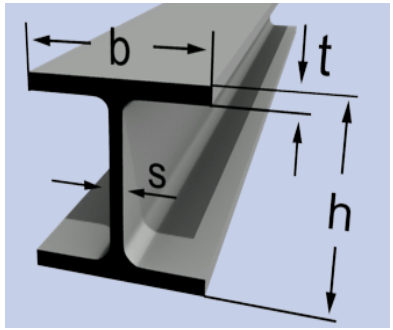
- Untersuchung von

  - variable Trägerspannweite (bezogene Durchbiegung L_b/u)
  - zwei Plattenspannweiten im Verhältnis 1:1,5

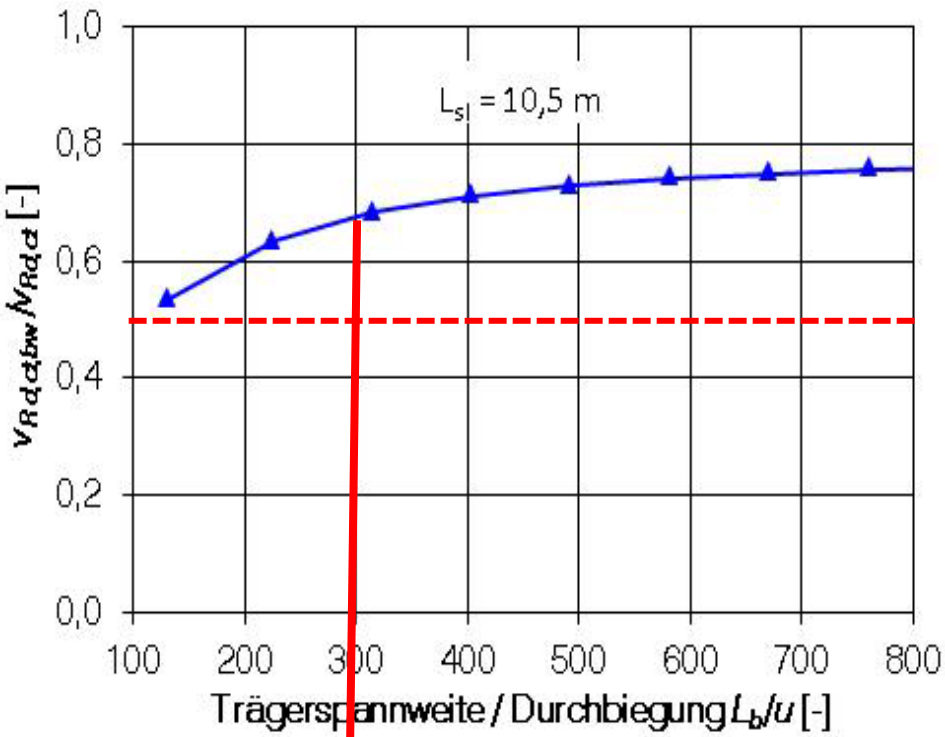
g = 3,95 kN/m²

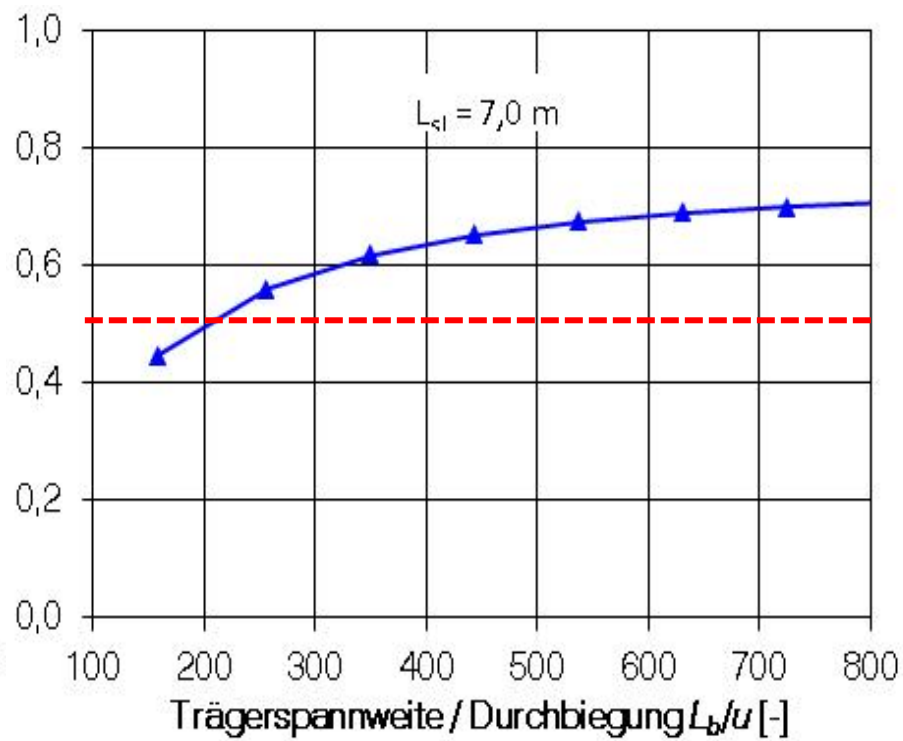


HEA 400 EI = 90,1 MNm²



Parameterstudie





- L_b = 6,50 m
- Δg = 1,2 kN/m²
- q = 3,0 kN/m²

Fazit

Hegger + Partner

Günstige Randbedingungen

- Geringe Zusatzlasten $\Delta g+q$ nach Fugenverguss (Unterstützungen im Bauzustand vermeiden!)
- Möglichst große Auflagertiefe
- Träger mit Durchlaufwirkung
- Geringe Verbundwirkung zwischen Träger und Platten
- Querschnitte mit geringer Dicke und Querbiegesteifigkeit weniger „anfällig“

Bei der Planung beachten

- Abminderung der Tragfähigkeit auch bei vermeintlich „steifen“ Trägern
- Bei (Vor-)Entwurf Aussparungen beachten (in Auflagerbereich und nahe Stützen vermeiden!)
- Ringankerführung ohne Schwächung der Platten in maßgebenden Bereichen
- Regelmäßiger Grundriss, bei Einzellasten/Wechseln/schiefen Ecken örtlich Vollquerschnitte
- Frühzeitige Abstimmung zwischen Planern und Bauherr

Nachweise im Brandfall

Hegger + Partner

Spannbeton-Hohlplatte

- Nachweis der Querkrafttragfähigkeit
- Nachweis des Achsabstandes der Spannbewehrung

$$V_{Rd,c,fi} = \left[C_{\theta,1} + \alpha_k \cdot C_{\theta,2}\right] \cdot b_w \cdot d$$

Dabei ist

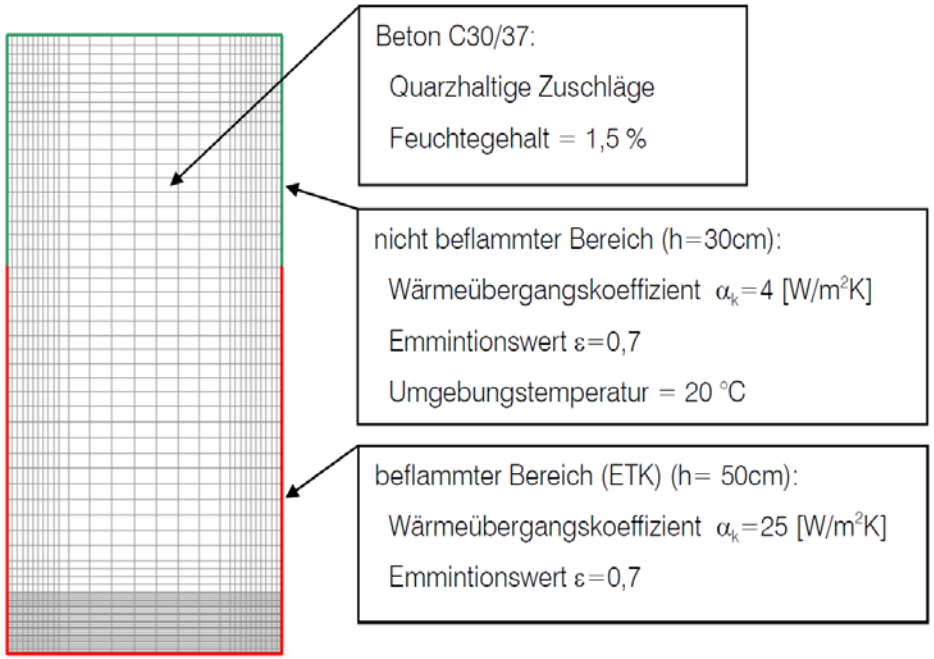
$$C_{\theta,1} = 0{,}15 \cdot \min\left(k_p(\theta_p) \cdot \sigma_{cp,20°C}; \frac{F_{R,a,fi,p}}{A_c}\right)$$

$$\alpha_k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2{,}0$$

$$C_{\theta,2} = \sqrt[3]{0{,}58 \cdot \frac{F_{R,a,fi}}{f_{yk} \cdot b_w \cdot d} \cdot f_{c,fi,m}}$$

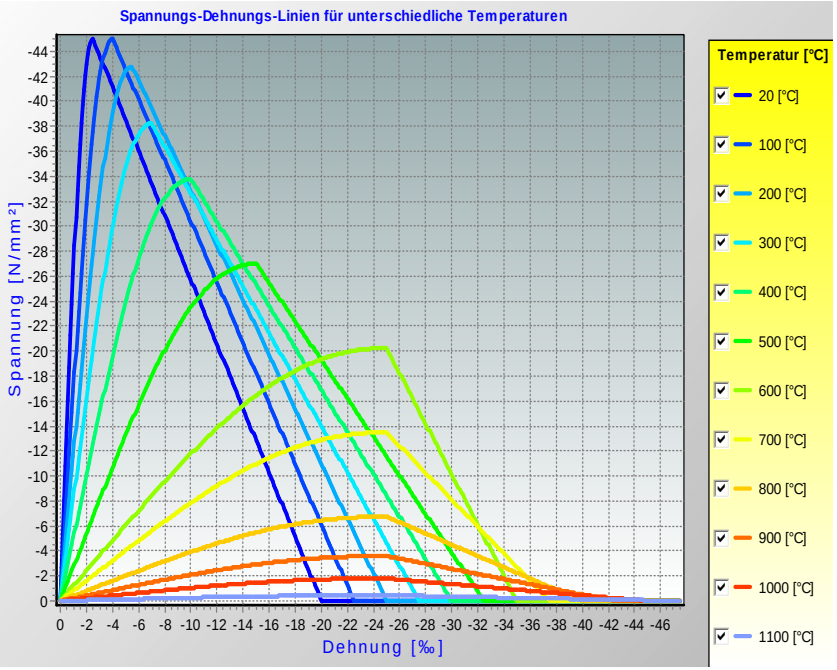
Träger (bei biegeweicher Auflagerung)

- Begrenzung der Auflager(Träger-)verfomungen im Brandfall

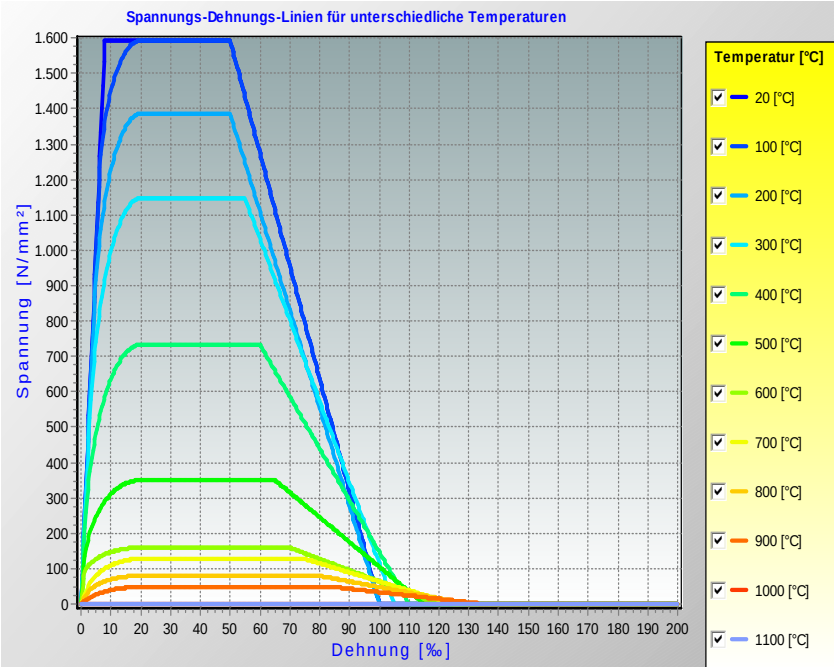


Materialverhalten im Brandfall

- Beton



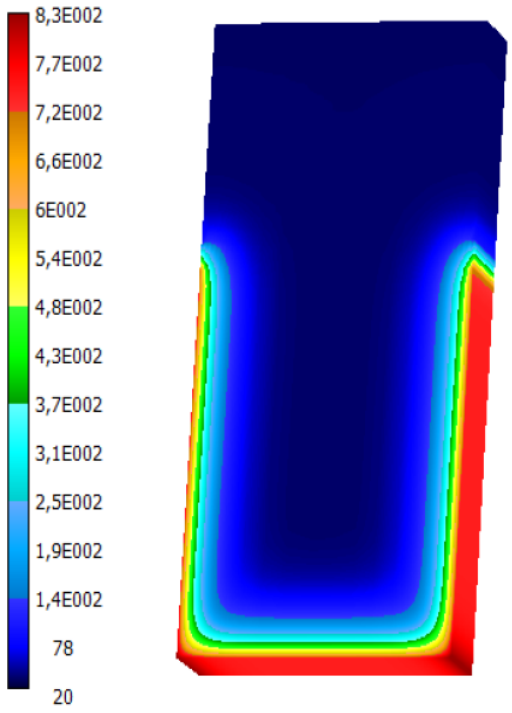
- Spannstahl



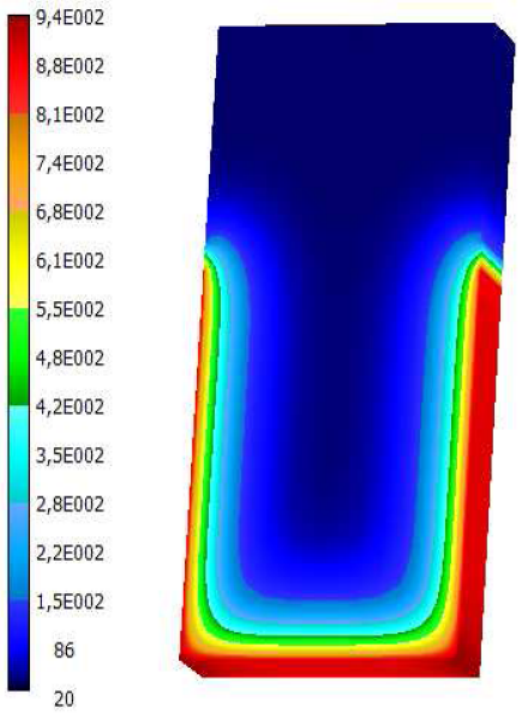
Verformungsberechnung T-Querschnitt (Spannbeton)

Hegger + Partner

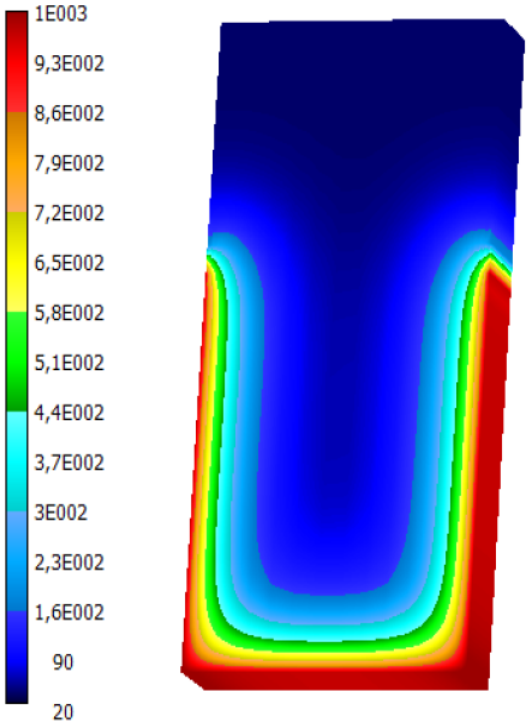
Bauteiltemperaturen



t=30 Minuten



t=60 Minuten

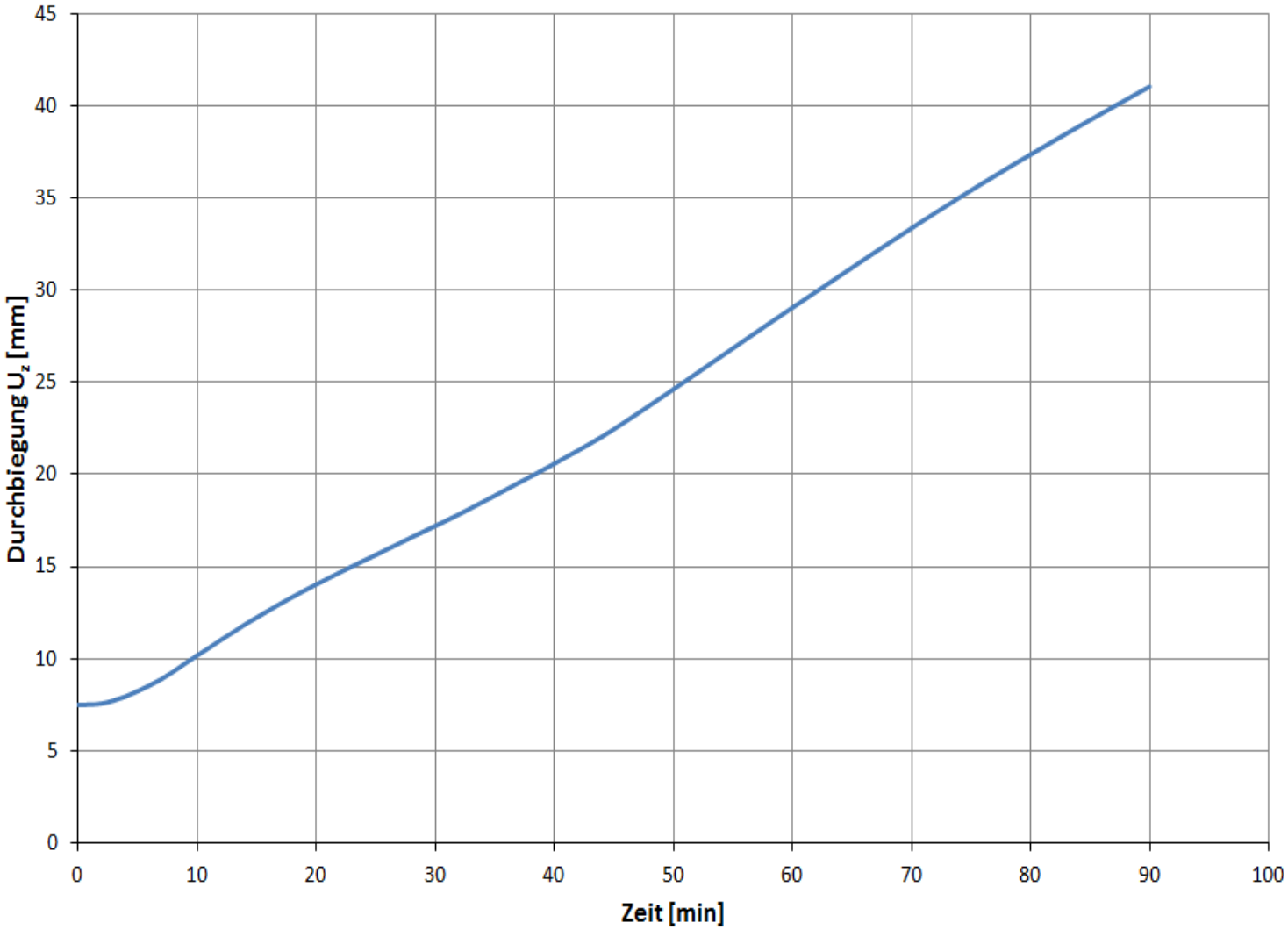


t=90 Minuten

Verformungsberechnung T-Querschnitt (Spannbeton)

Hegger + Partner

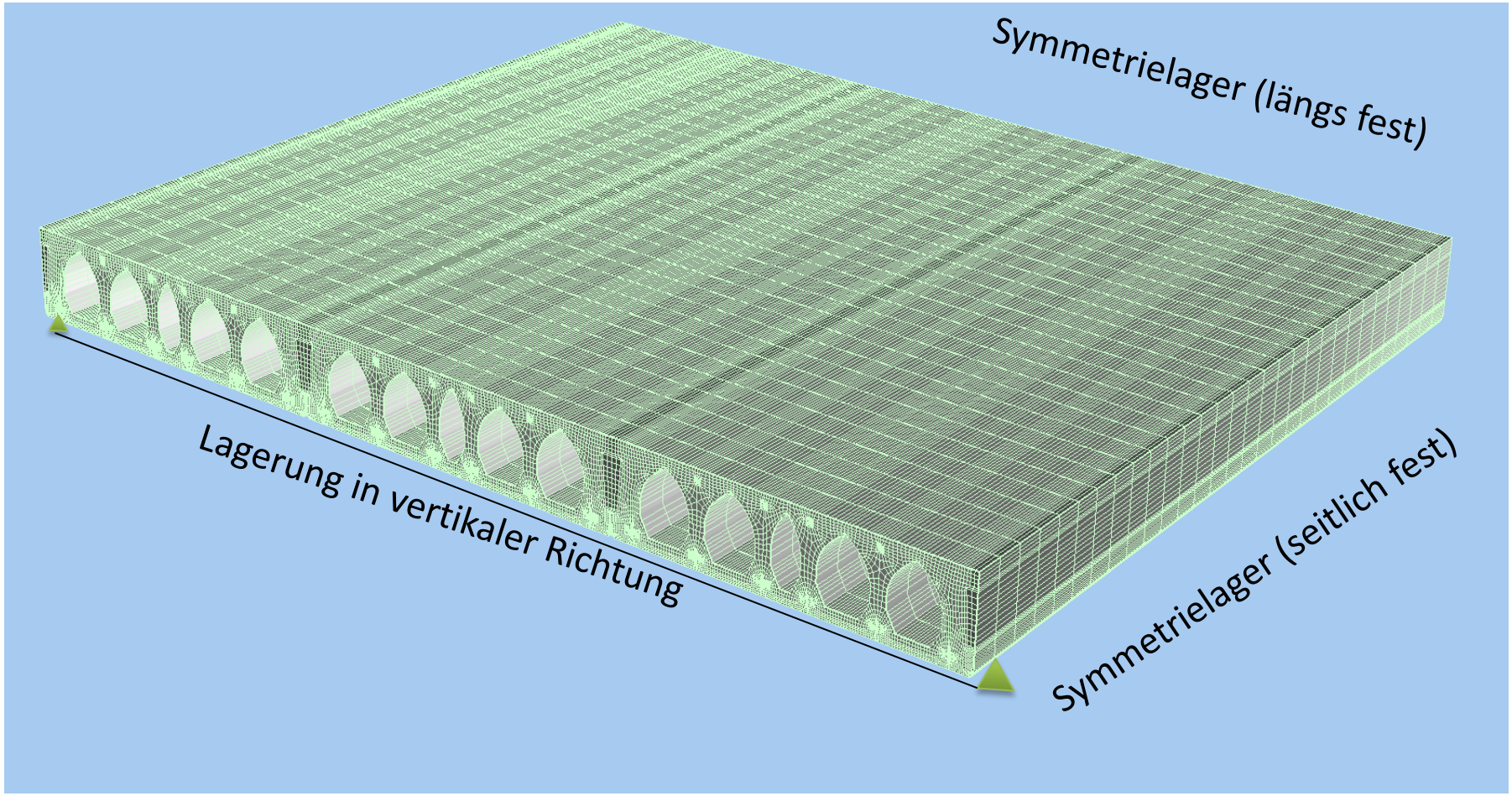
Zeitabhängige Verformungen



FE-Analysen Deckensystem

Hegger + Partner

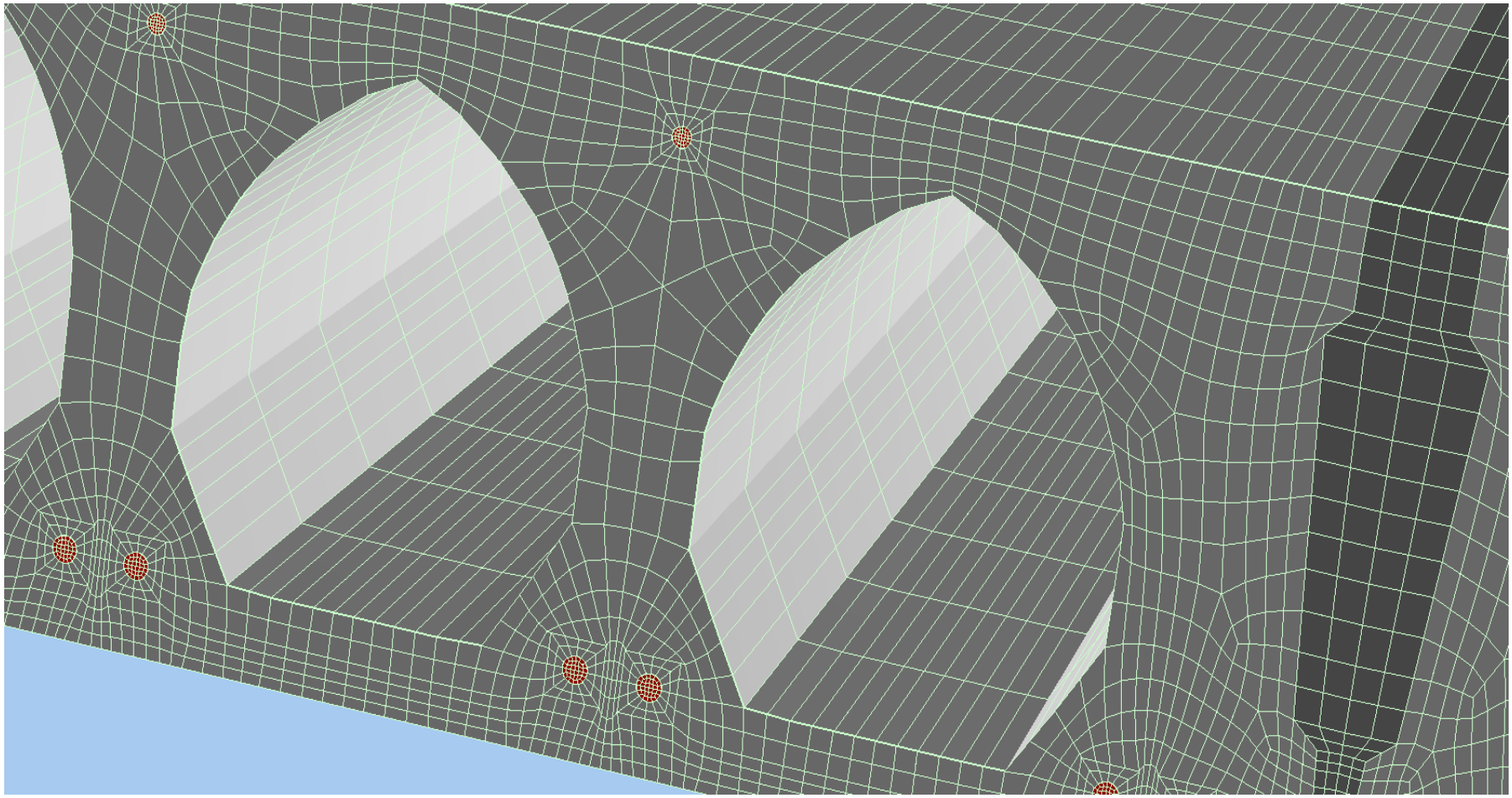
Ausblick: Modellierung vollständiger Deckensysteme



FE-Analysen Deckensystem

Hegger + Partner

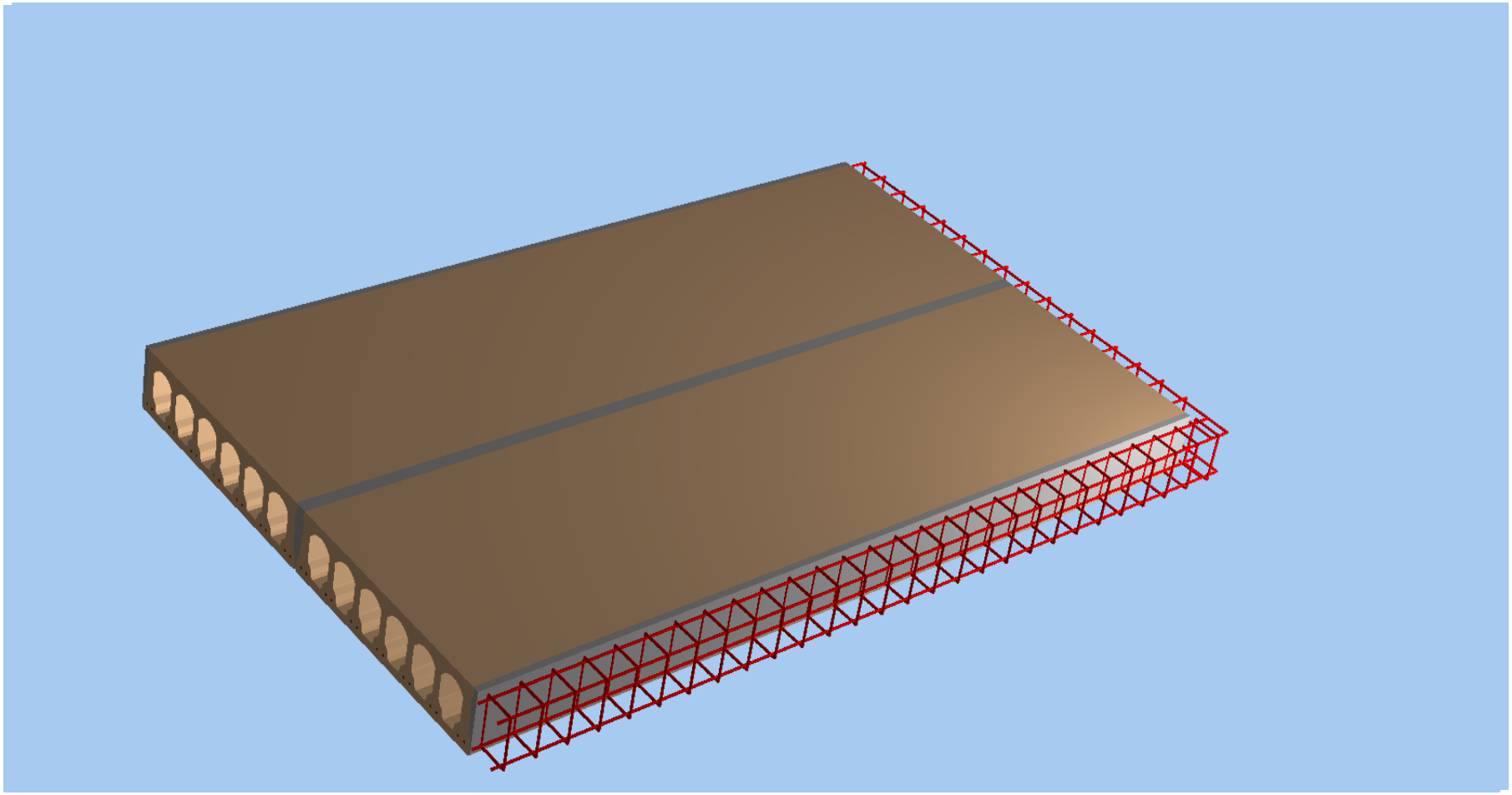
- Ausblick: Modellierung vollständiger Deckensysteme



FE-Analysen Deckensystem

Hegger + Partner

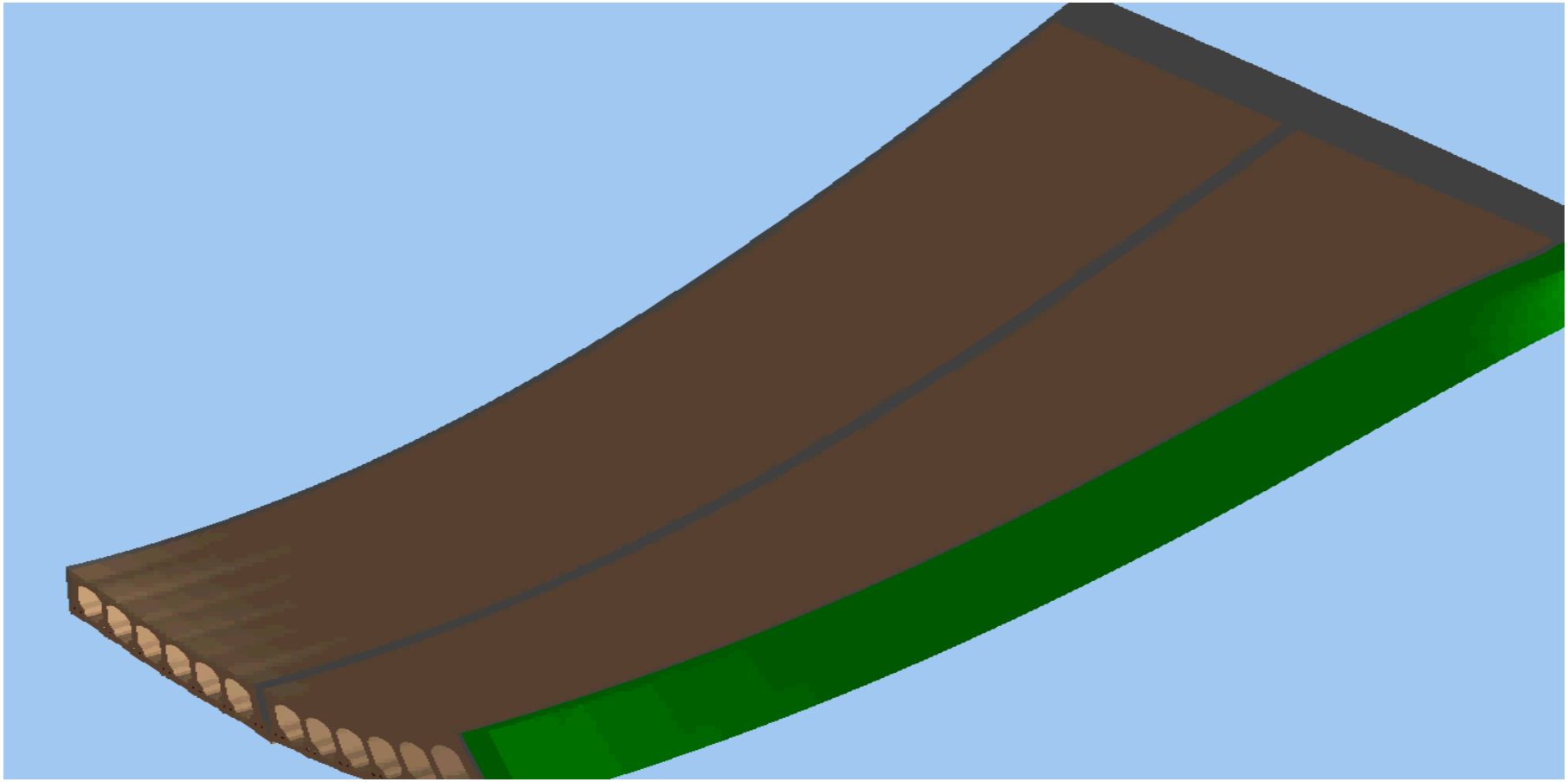
- Ausblick: Modellierung vollständiger Deckensysteme



FE-Analysen Deckensystem

Hegger + Partner

- Ausblick: Modellierung vollständiger Deckensysteme



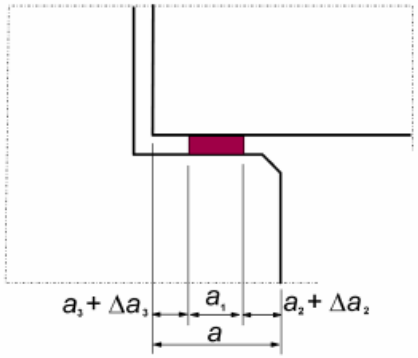
Übersicht

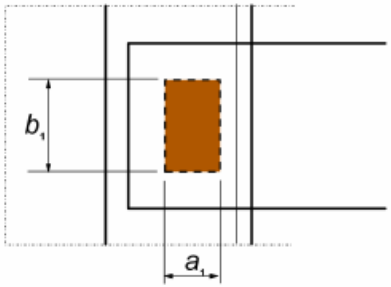
- Vorzüge von Fertigteilen und Vorspannung
- (Vorgespannte) Fertigteil-Deckensysteme
- Konstruktionsdetails

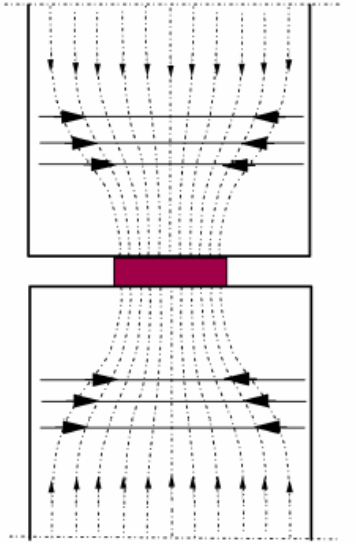
Linienförmige Bauteile (1)

Lasteinleitung/Auflagerung

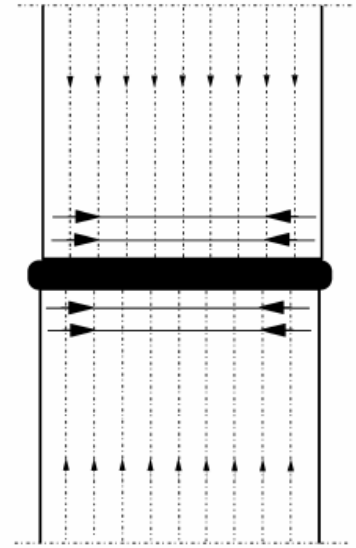
- Auflagertiefe
  - Lager bemessen
  - Toleranzen beachten
  - Betonabplatzungen ausschließen
  - Querzugspannungen nachweisen
- Querzugspannungen in Druckfugen







Konzentriertes Lager



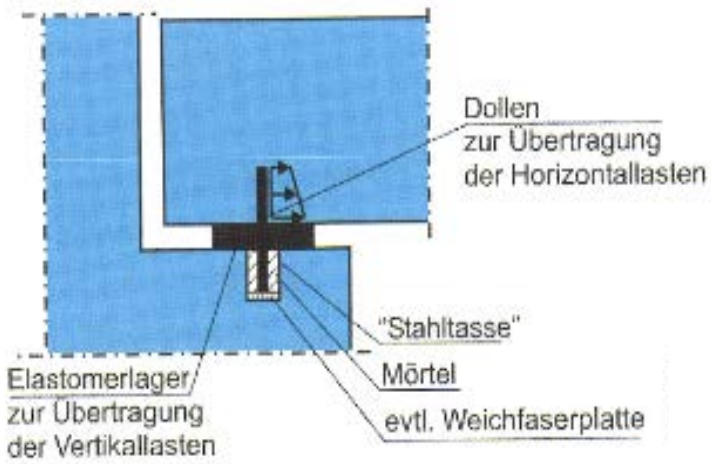
Verformbares Fugenmaterial

Linienförmige Bauteile (2)

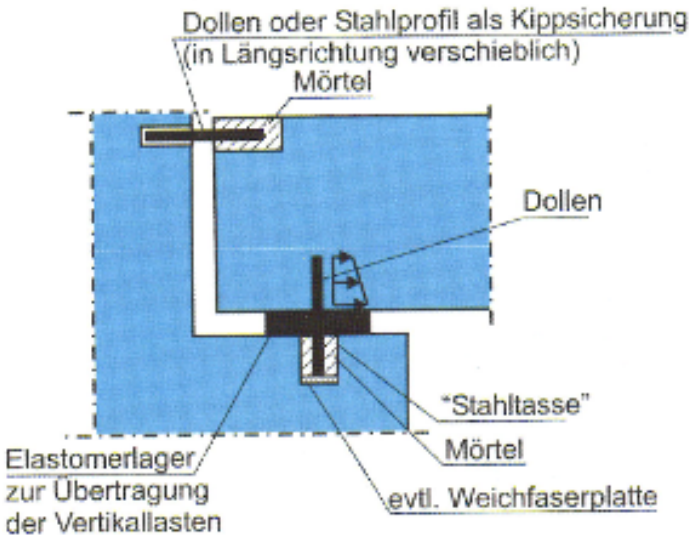
Hegger + Partner

Auflagerung

- Einleitung von Horizontalkräften



Übertragung durch Dollen bzw. Bolzen



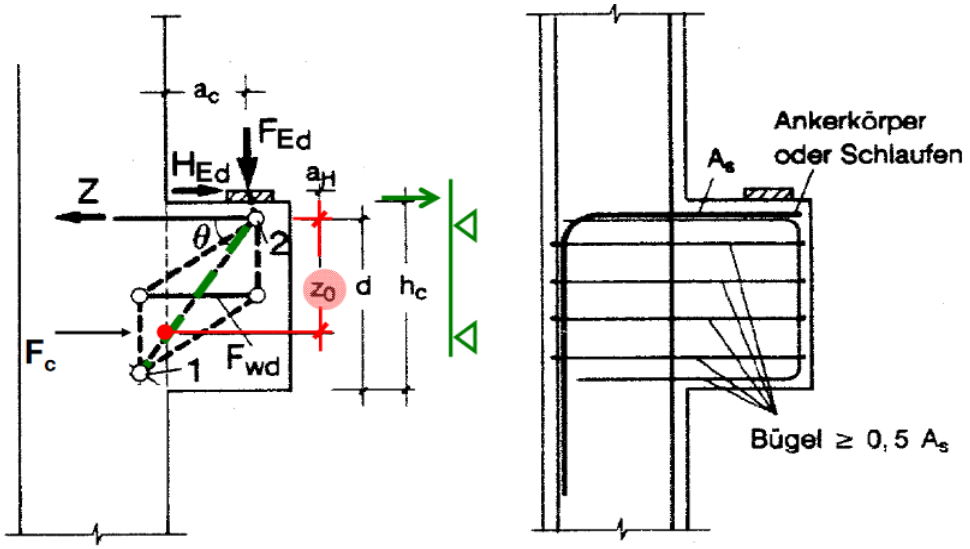
Zusätzliche Kipphalterung

Linienförmige Bauteile (3)

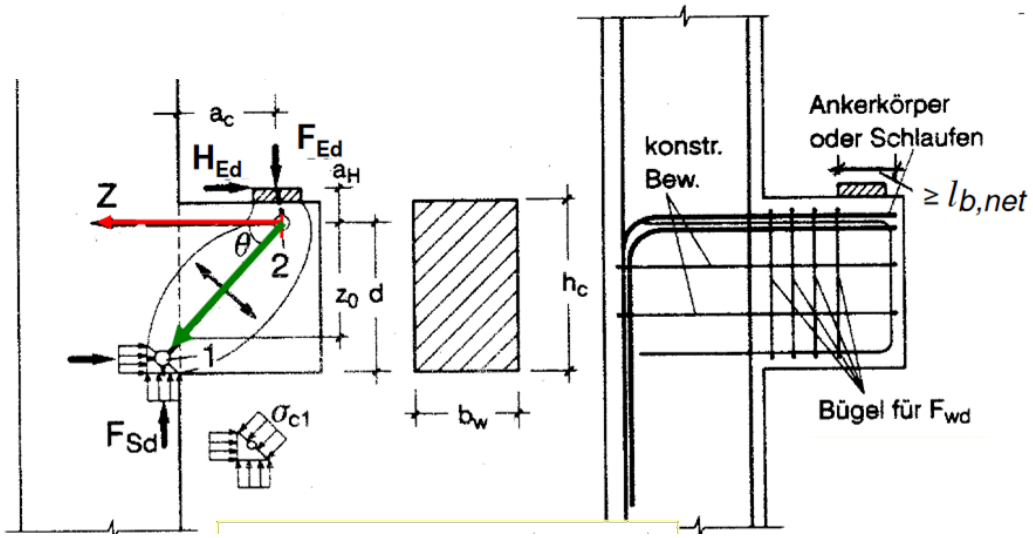
Hegger + Partner

Konsolen

- „kurze“ Konsolen



- „lange“ Konsolen

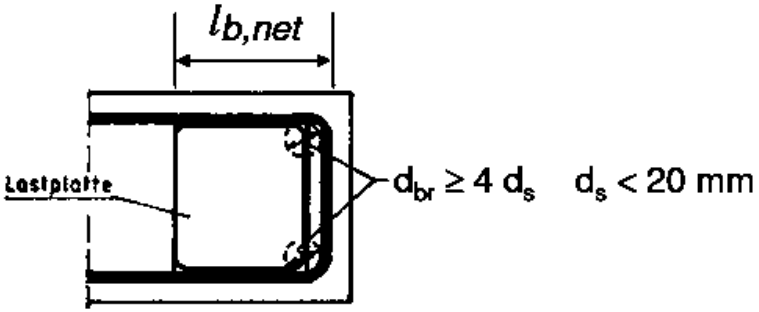


Linienförmige Bauteile (4)

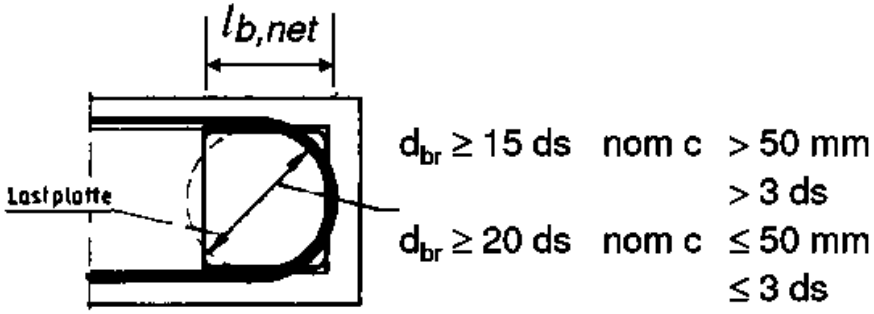
Hegger + Partner

Konsolen

- Verankerung der Konsolbewehrung

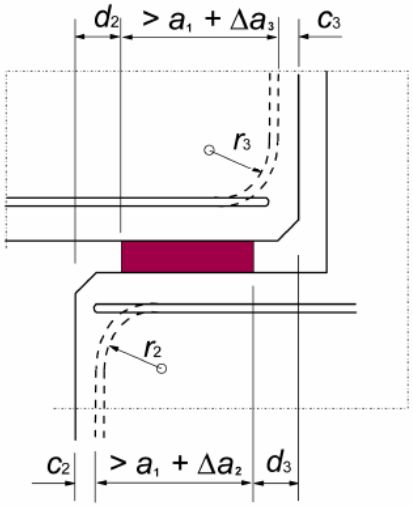


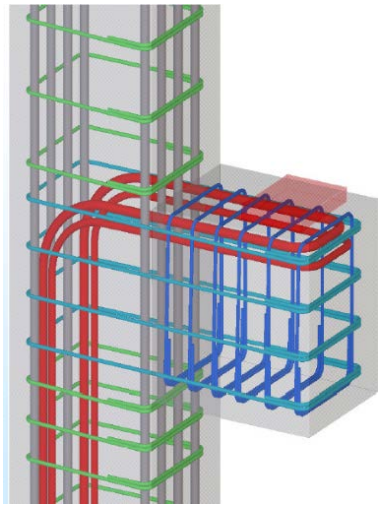
bügelförmige Schlaufe



Schlaufe mit großem Biegerollendurchmesser

- Beispiel zur Bewehrungsführung



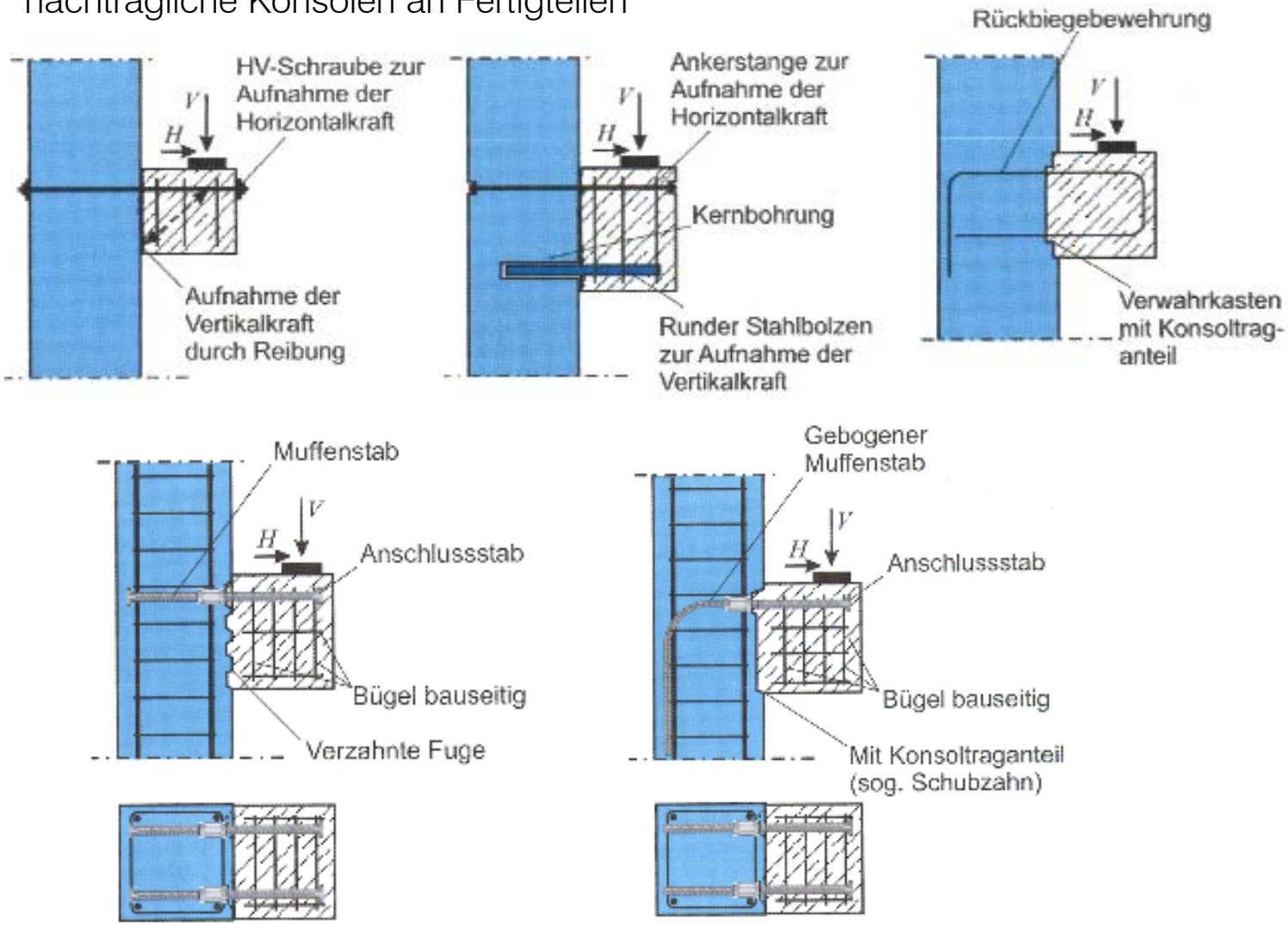


Linienförmige Bauteile (5)

Hegger + Partner

Konsolen

- nachträgliche Konsolen an Fertigteilen



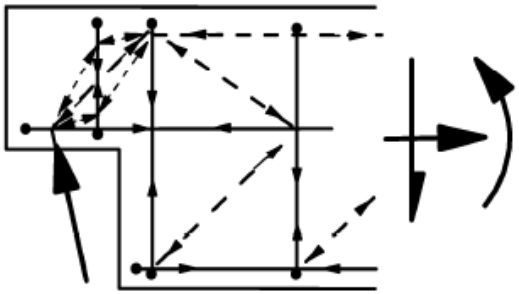
Zeichnungen: Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteile e.V.

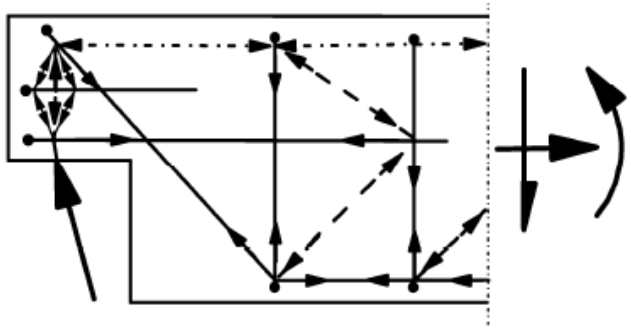
Linienförmige Bauteile (6)

Hegger + Partner

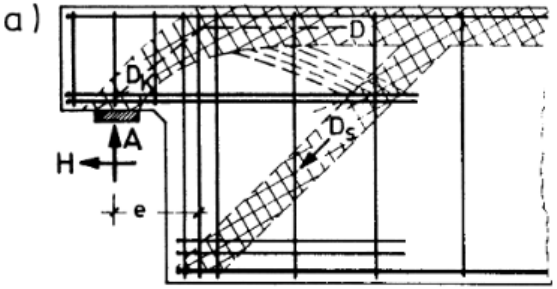
ausgeklinktes Auflager

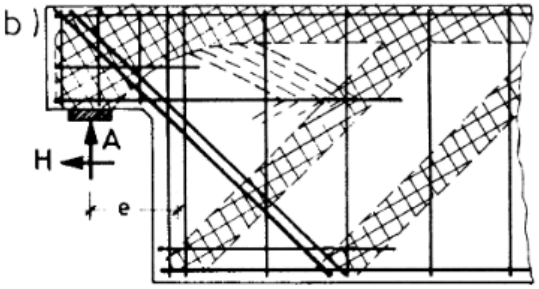
- Beispiele für Stabwerkmodelle

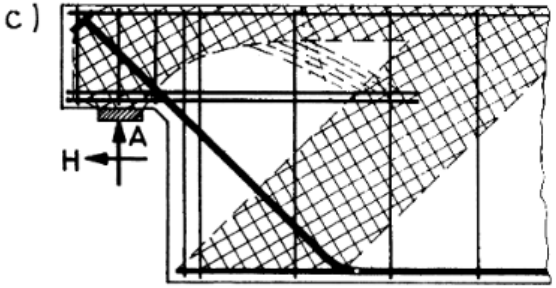


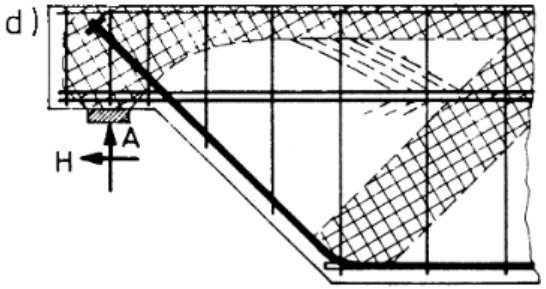


- Bewehrungsführung





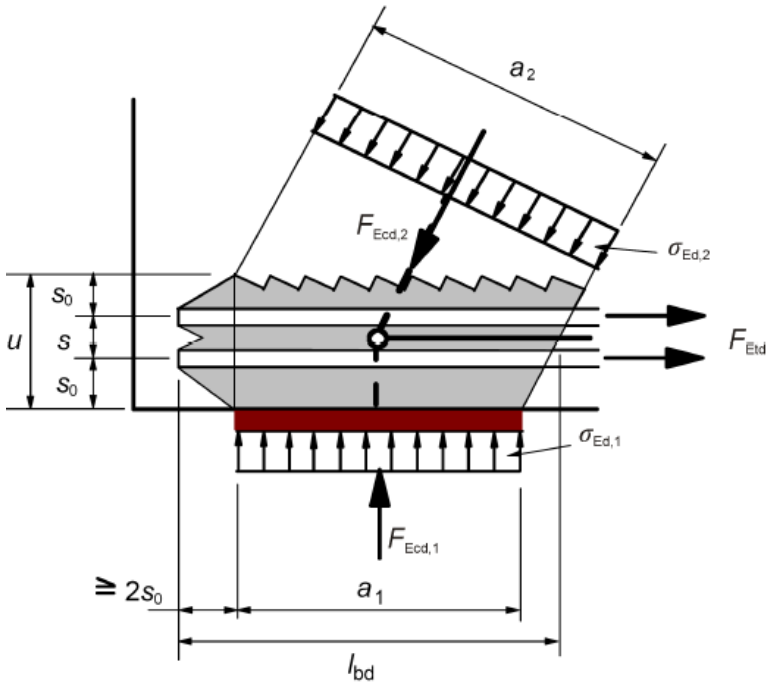




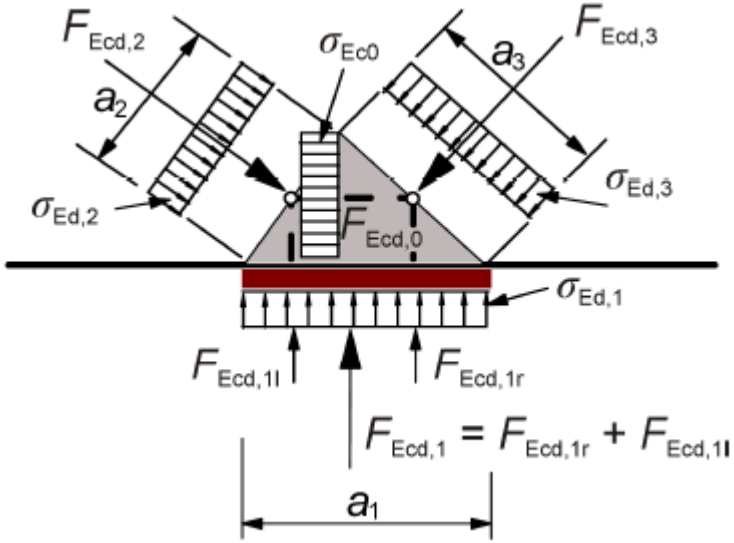
Linienförmige Bauteile (7)

Knoten

- Druck-Zug-Knoten (Endauflager)



- Druckknoten (Zwischenauflager)



- bei hohen Beanspruchungen häufig maßgebend für Bauteilabmessungen
- ggf. zusätzliche horizontale Schlaufen zur Endverankerung

Flächige Bauteile (1)

Hegger + Partner

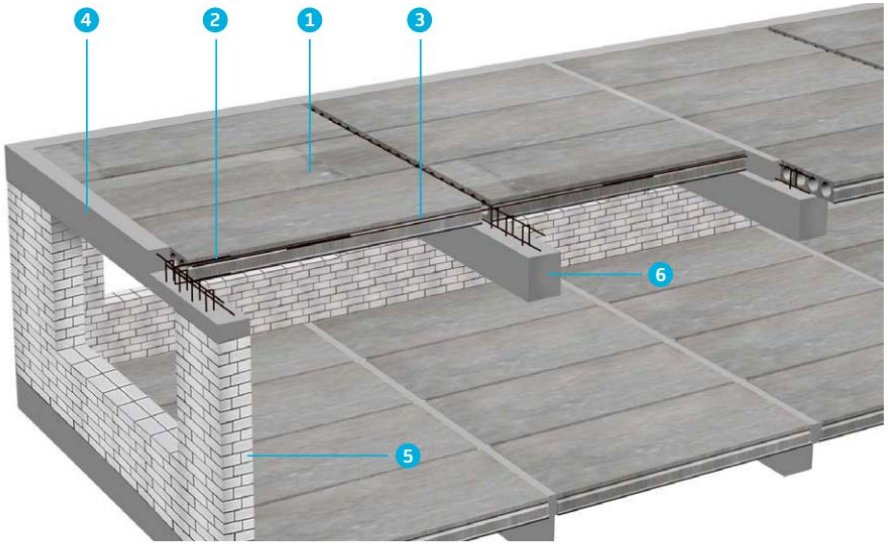
- Einwirkende Kräfte in der Deckenebene
  - Windlast auf Fassade
  - Erddruck (Kellergeschosse)
  - Imperfektionen der vertikalen Bauteile
  - Erdbeben
  - Außergewöhnliche Belastungen wie Anprall o.ä.

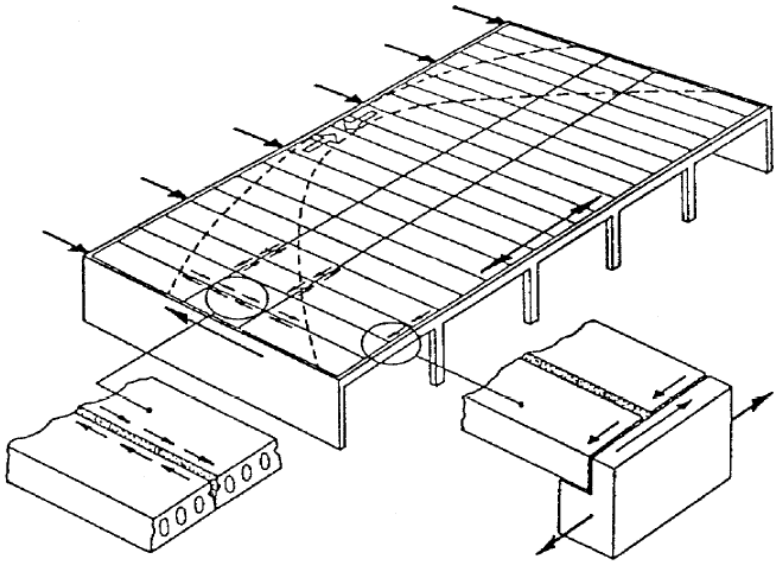
➡ Scheibentragwirkung ausbilden

Flächige Bauteile (2)

Hegger + Partner

- Ausbildung der Deckenscheibe
  - Teilvorgefertigte Decken
    - Scheibenbewehrung in Ortbetonschicht
  - Vollvorgefertigte Decken
    - Scheibenwirkung durch Fugenverguss, Fugenbewehrung, Ringanker





1 **BRESPA®**-Decken
2 Bügel nach Statik
3 Fugenbewehrung nach Statik
4 Ringbalken, Bewehrung nach Statik
5 Wand, Mauerwerk
6 Unterzug, Stahlbeton

http://www.dw-systembau.de

Flächige Bauteile (3)

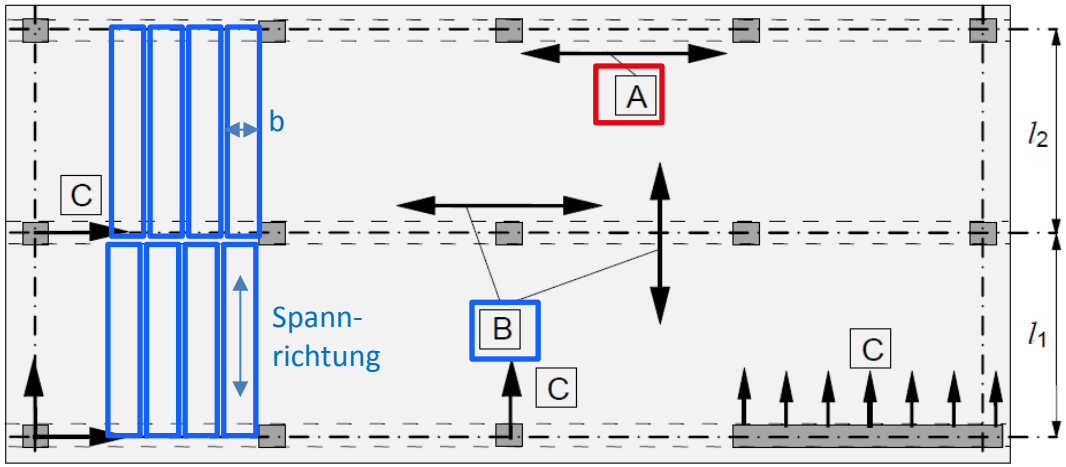
Ring- und Zuganker

- Ringanker [A]: Bemessung aus Scheibenbiegung/Fachwerkmodell
  - Ermittlung der Zugbewehrung: $F_{tie,per} = l_i \cdot 10\text{kN/m} \geq 70\text{ kN}$

    $\text{min. } A_s = F_{tie,per}/f_{yk} = F_{tie,per}/50\text{ kN/cm}^2$

- innenliegende Zuganker [B]
  - Senkrecht zur Spannrichtung: Zugkraft von $f_{tie,int} = 20\text{ kN/m}$

    $F_{tie} = (l_1 + l_2) / 2 \cdot 20\text{ kN/m} \geq 70\text{ kN}$
  - Parallel zur Spannrichtung: Decken ohne Aufbeton, Zuganker konzentriert in Fugen zwischen Bauteilen ($F_{tie,int} = 20\text{ kN/m} \cdot b$)



A Ringanker
B innen liegende Zuganker
C horizontale Stützen oder Wandzuganker

Flächige Bauteile (4)

Hegger + Partner

Statische Scheibenmodelle

- Fachwerk
  - Kraftkomponenten der einzelnen Fachwerkknoten nachweisen
- Bogen-Zugband-Modell
  - Schnittgrößen am Biegestab, Bemessung auf Grundlage der anerkannten Regeln für Balken bzw. wandartige Träger

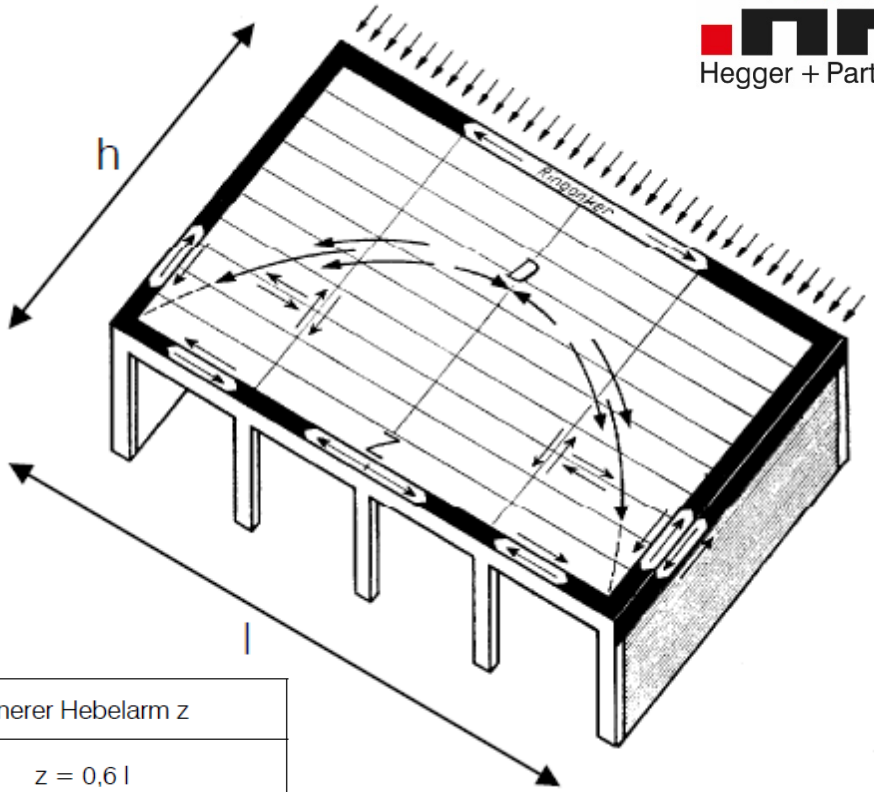
→ Ringanker aus Scheibenbiegung/Fachwerkmodell

innenliegende Zuganker (Fachwerkmodell)

- angesetzte Lastflüsse im Deckensystem prüfen
  - Zugstreben: Bewehrung in Elementfugen (längs und quer)
  - Druckstreben/Druckbogen: Übertragung der Kräfte über Elementfugen
- Einleitung der Auflagerkräfte in aussteifende Bauteile

Flächige Bauteile (5)

- Druckbogen-Zugband-Modell

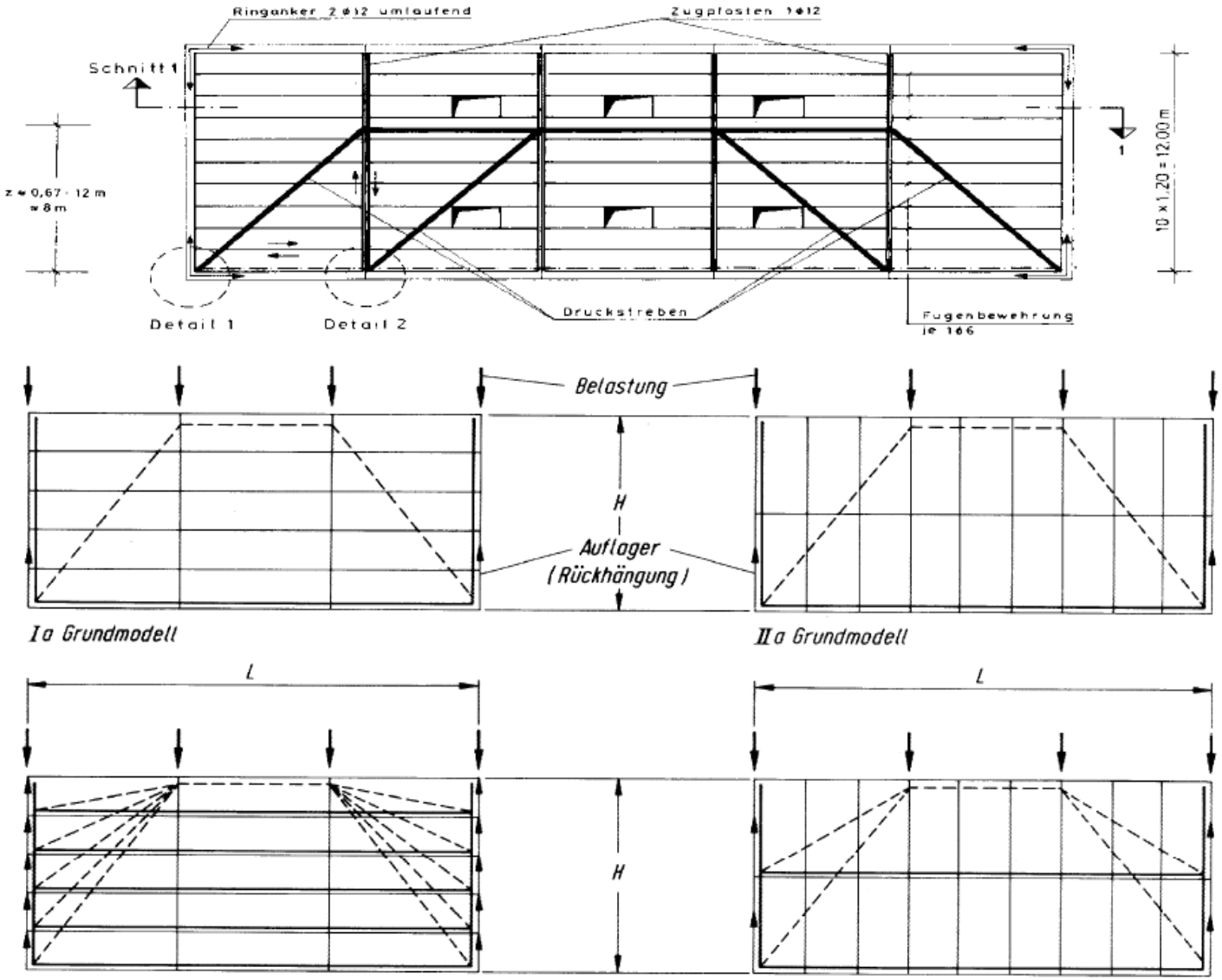


Statisches System	Schlankheit	Innerer Hebelarm z
Einfeldträger	$h / l \geq 1{,}0$ $0{,}5 < h / l < 1{,}0$	$z = 0{,}6\ l$ $z = 0{,}3\ h\ (3 - h / l)$
	$0{,}4 \leq h / l \leq 0{,}5$	$z = 0{,}75\ h$
	$h / l < 0{,}4$	$z = 0{,}85\ h$
Zweifeldträger und Endfelder Von Durchlaufträgern	$h / l \geq 1{,}0$ $0{,}4 < h / l < 1{,}0$	$z = 0{,}45\ l$ $z = 0{,}5\ h\ (1{,}9 - h / l)$
	$0{,}3 \leq h / l \leq 0{,}4$	$z = 0{,}75\ h$
	$h / l < 0{,}3$	$z = 0{,}85\ h$
Kragträger	$h / l_k \geq 2{,}0$ $1{,}0 < h / l_k < 2{,}0$	$z = 0{,}85\ l_k$ $z = 0{,}65\ l_k + 0{,}10\ h$
	$0{,}9 \leq h / l_k \leq 1{,}0$	$z = 0{,}75\ h$
	$h / l < 1{,}0$	$z = 0{,}85\ h$

Flächige Bauteile (6)

Hegger + Partner

Fachwerkmodelle



Flächige Bauteile (8)

Hegger + Partner

Längsschub

- Begrenzung der Schubtragfähigkeit: Scheibenwirkung zwischen Platte und Fuge
  - $v_{Rd,i} = c \cdot f_{ctd} \, (+ \mu \cdot \sigma_n) \leq 0{,}5 \cdot \nu \cdot f_{cd}$

    $\leq 0{,}15$ N/mm² (bei glatten Oberflächen nach EC2)

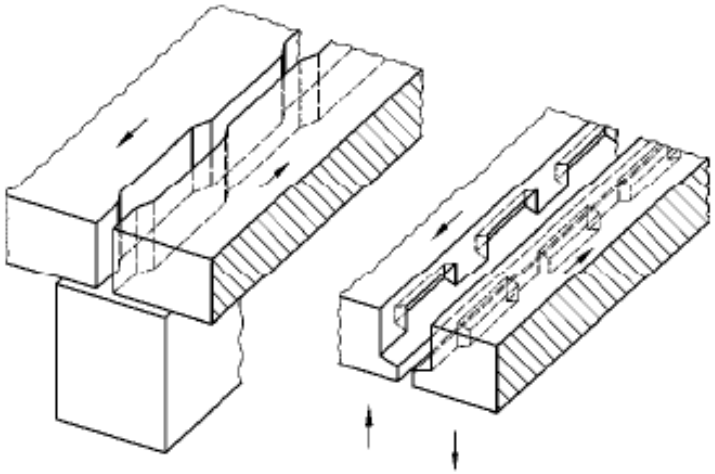
- Ermittlung der Fugenoberfläche
  - A_{Fuge} = Plattenhöhe x Σ Plattenlänge

Fugenbeschaffenheit	c[1)]	μ	ν
glatt	0,2	0,6	0,2
rau	0,4	0,7	0,5
1) Zug rechtwinklig zur Fuge: c=0			

- Verzahnung der Fugen in Scheibenebene

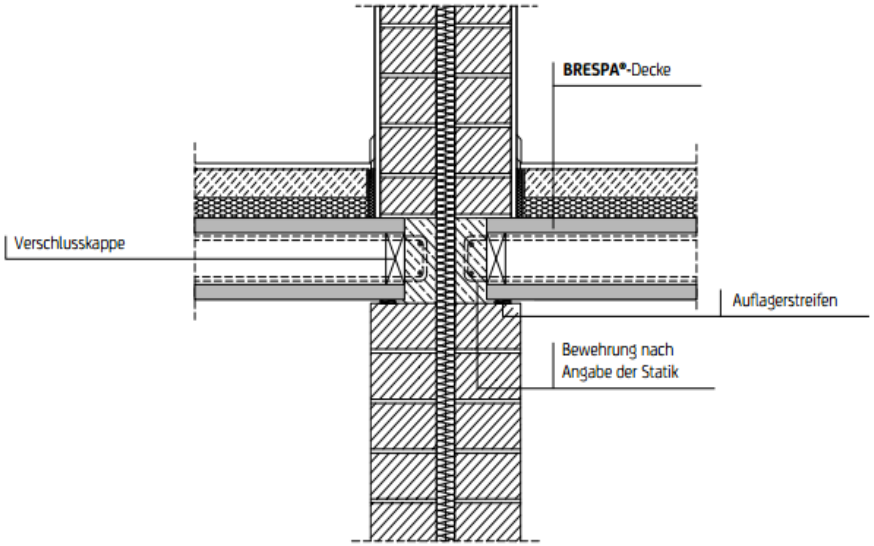
  a) für Scheibenkräfte

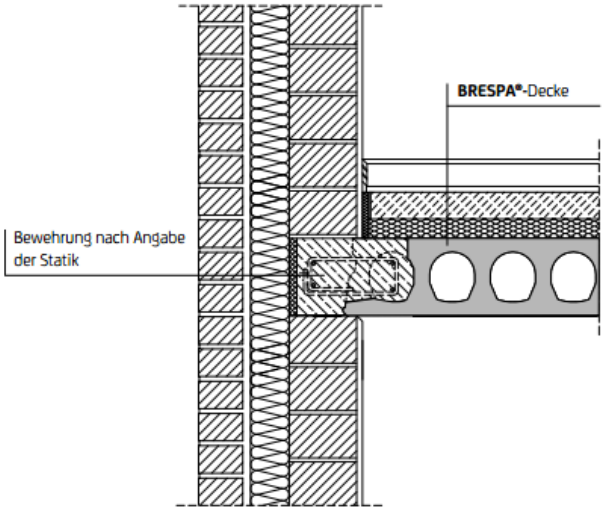
  b) für Scheiben- und Plattenquerkräfte

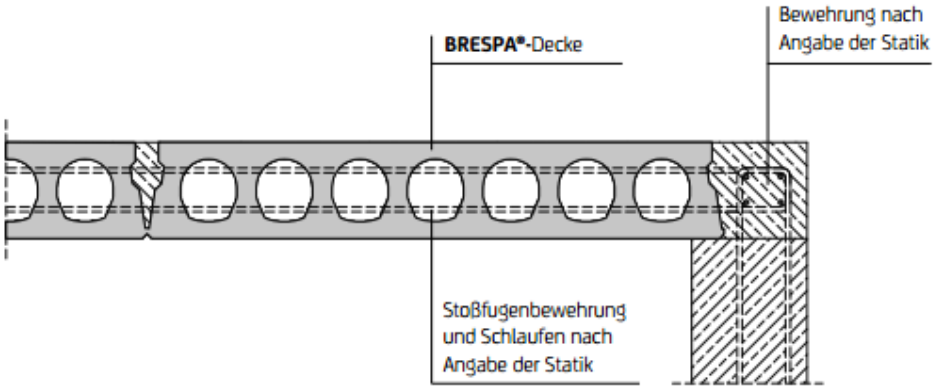


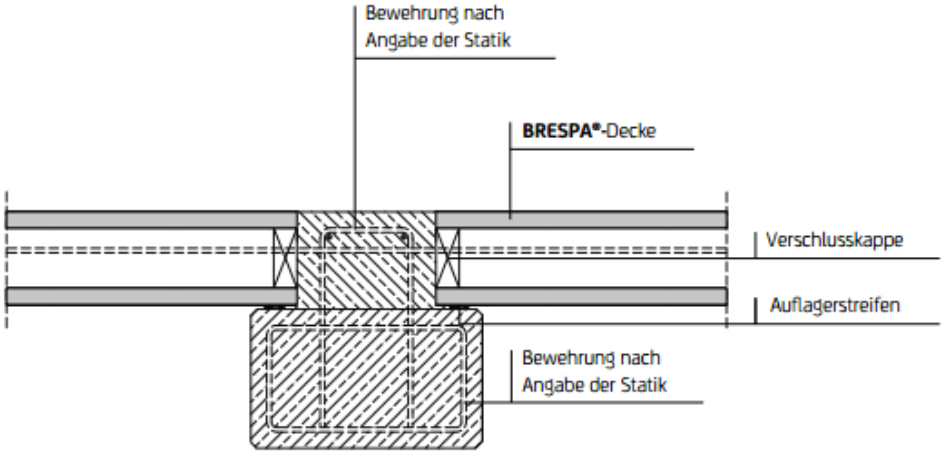
Flächige Bauteile (9)

Ringankerführung





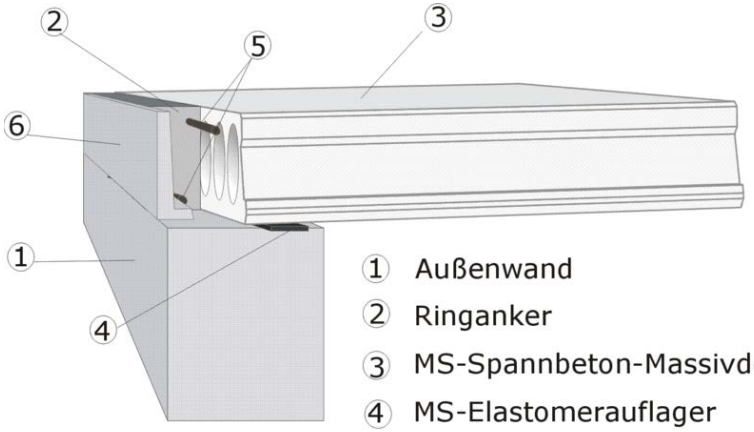




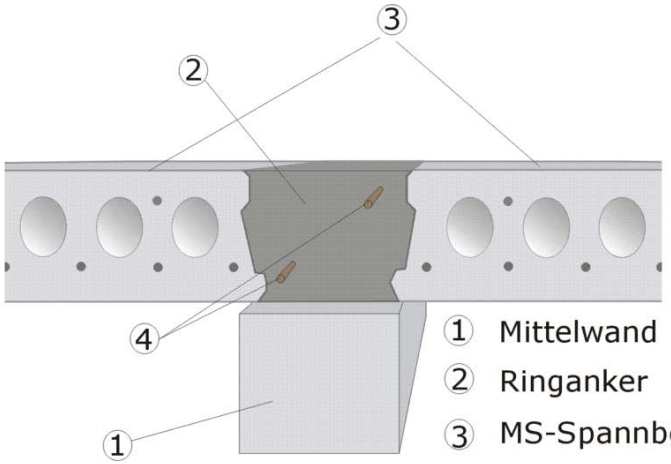
http://www.dw-systembau.de

Flächige Bauteile (10)

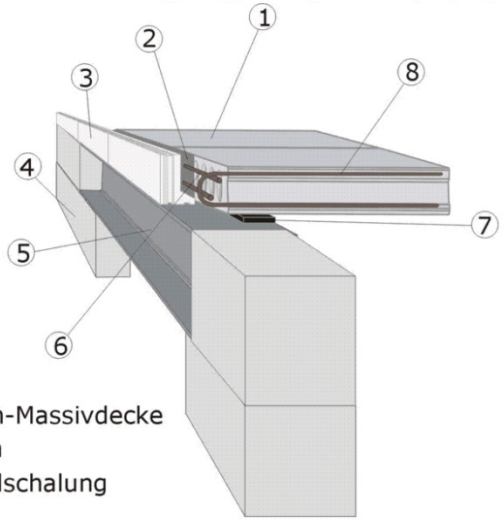
Ringankerführung



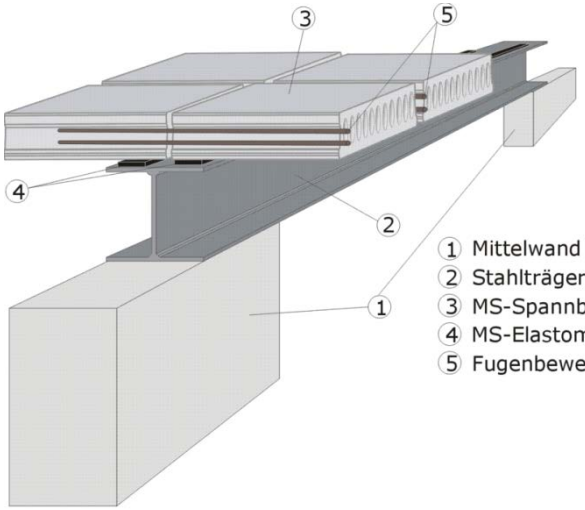
1. Außenwand
2. Ringanker
3. MS-Spannbeton-Massivdecke
4. MS-Elastomerauflager
5. Ringankerbewehrung



1. Mittelwand
2. Ringanker
3. MS-Spannbeton-Massivdecke
4. Ringankerbewehrung



1. MS-Spannbeton-Massivdecke
2. Ringankerbeton
3. MS-Deckenrandschalung
4. Außenwand
5. Stahlträger
6. Ringankerbewehrung
7. MS-Elastomerauflager
8. Bewehrungsbügel, falls statisch erforderlich



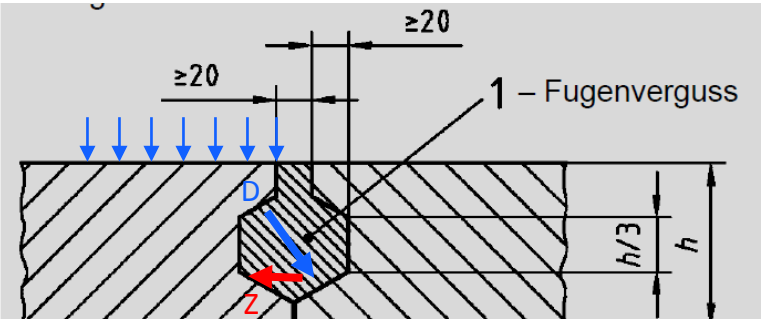
1. Mittelwand
2. Stahlträger
3. MS-Spannbeton-Massivdecke
4. MS-Elastomerauflager
5. Fugenbewehrung

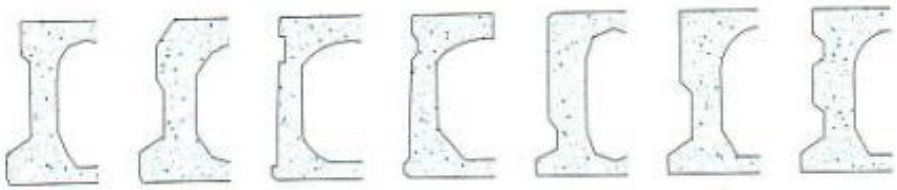
http://www.ms-beton.de (http://www.fg-vmm.de)

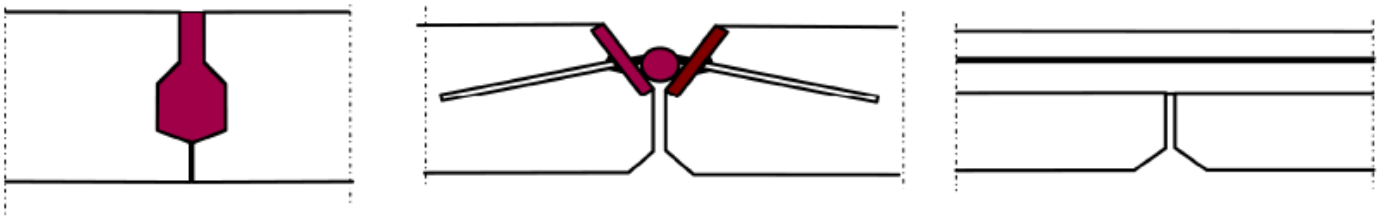
Flächige Bauteile (11)

Hegger + Partner

Ungleichmäßige Belastungen: Querverteilung der Lasten







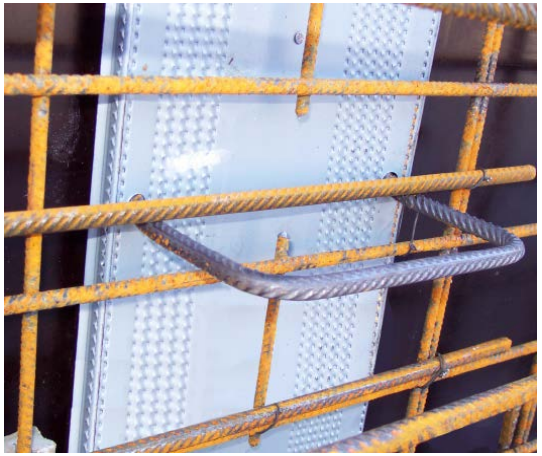
a) ausbetonierte oder ausgegossene Fugen

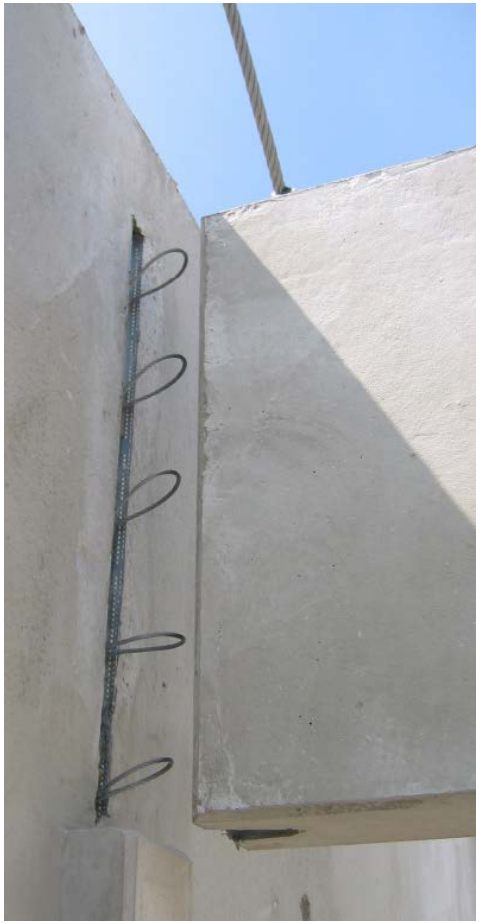
b) Schweiß- oder Bolzenverbindungen (gezeigt wird *eine* Art der Schweißverbindung als Beispiel)

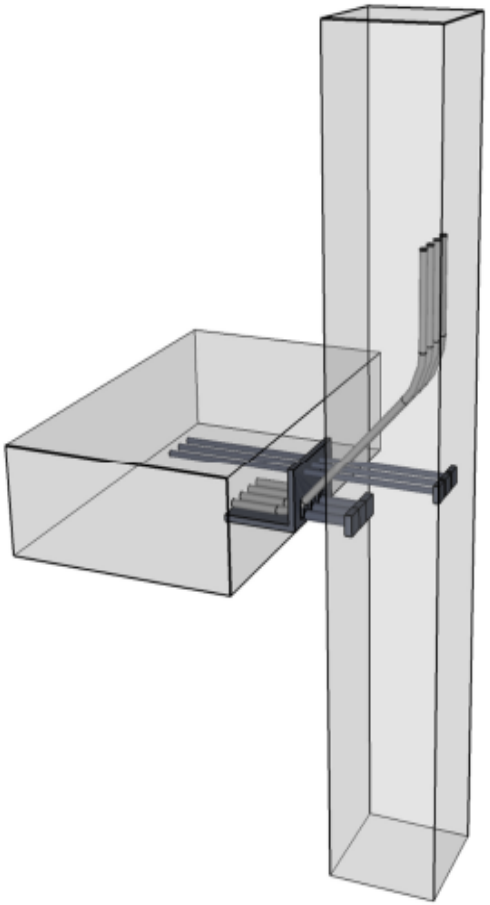
c) bewehrter Aufbeton (vertikale Bewehrungsverbindungen in den Aufbeton können für die Querkraftübertragung im GZT erforderlich werden)

Weitere Verbindungsmittel im Fertigteilbau

- Rückbiegeanschlüsse
- Seilschlaufen
- Sonderlösungen







Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Hegger + Partner

H+P Ingenieure GmbH Kackertstraße 10 52072 Aachen Tel.: 0241 44 50 30 Fax: 0241 44 50 329 www.huping.de

Niederlassungen:

München	Bavariafilmplatz 7	82031 Geiselgasteig	Tel. 089 - 124 705 930
Düsseldorf	Sankt-Franziskus-Str. 148	40740 Düsseldorf	Tel. 0211 - 61 02 308
Köln	Neuenhöfer Allee 49-51	50935 Köln	Tel. 0221 - 9410977