B-Tec Concept GmbH

Beratungsgesellschaft für Bewehrungstechnik

Gitterträger

Plattendecke

Technisches Handbuch

Bemessung

Konstruktion

Montage

4. Auflage, September 2011

Bearbeitung: B-Tec Concept GmbH

Weststraße 31, 77694 Kehl/Rhein

Verfasser: Prof. Dr.-Ing. H. Land, Zwingenberg

Dr.-Ing. M. Schwarzkopf, B-Tec Concept GmbH

4. Auflage: September 2011

Vorwort zur 4. Auflage, September 2011

Technisches Handbuch

Plattendecke

Das Technische Handbuch der Kaiser-Omnia-Plattendecke, das seit 1997 vorliegt, ist in seiner 4. Auflage auf die DIN 1045-1: 2008 abgestimmt und damit im Vorfeld auch auf den zukünftigen EUROCODE 2: DIN EN 1992-1-1.

Seit 2009 liegen auch alle auf die Normen bezogenen alllgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für die Gitterträger vor. Die umfangreichen neuen Bemessungsmethoden bedürfen zur Berechnung von Plattendecken aus wirtschaftlicher Sicht sinnvollerweise einer EDV-Unterstützung. Diese Möglichkeit wird dem Anwender im Internet unter www.baustahlgewebe.com gegeben: Verbund-/Querkraftnachweis und Durchstanznachweis sowie die Bemessung für nicht vorwiegend ruhende Verkehrslasten (dynamische Bemessung) und die zulässigen Montagestützweiten.

Die Nachfragen nach Möglichkeiten zur Bemessung ohne PC sind aber nach wie vor vorhanden. Deshalb haben wir mit dem vorliegenden Technischen Handbuch für alle die Möglichkeit geschaffen, auf relativ einfache Weise den umfangreichen Bemessungsweg nach DIN 1045-1 ohne Rechnerunterstützung durchzuführen. Zusätzlich bietet dieses Handbuch auch – wie bisher – alle für die Konstruktion sowie für die Stahlliste erforderlichen Daten der KT-Gitterträger, Konstruktionsdetails sowie normative und/oder zulassungsspezifische Einzelheiten.

Wir hoffen, dass diese Neuauflage des Technischen Handbuches Plattendecke den gleichen Erfolg verzeichnet wie die vorherigen Auflagen.

Dr.-Ing. M. Schwarzkopf

B-Tec Concept GmbH, Kehl/Rhein

Inhaltsverzeichnis

1. Was ist die Kaiser-Omnia-Plattendecke ?
1.1 Aufbau und Wirkungsweise
1.2 Norm und Zulassung
1.3 Anwendungsbereiche

2. Welche Gitterträger werden verwendet ?
2.1 Zweck der Gitterträger
2.2 Norm und Zulassung
2.3 Ausbildung der einzelnen Gitterträger
2.3.1 Standard - Gitterträger KT 800
2.3.2 MONTAQUICK - Gitterträger KT 100
2.3.3 Schub - Gitterträger KTS
2.3.4 Querkraft – Gitterträger KTP

3. Schnittgrößen und Bemessung
3.1 Ermittlung der Schnittgrößen
3.1.1 Allgemeines
3.1.2 Verfahren
3.1.3 Lasten, Verkehrslasten
3.1.4 Einachsig gespannte Platten
3.1.5 Zweiachsig gespannte Platten
3.1.6 Flachdecken
3.2 Bemessung
3.2.1 Bemessung für Biegung
3.2.2 Bemessung für Querkraft
3.2.2.1 Anmerkungen zur Verbund- / Querkraftbewehrung
3.2.2.2 Verbundbewehrung, Querkraftbewehrung und innerer Hebelarm z
3.2.2.3 Schubkraftübertragung in der Fuge Fertigplatte / Ortbeton
3.2.2.4 Unbewehrte Fugen
3.2.2.5 Bewehrte Fugen
3.2.2.6 Nachweis der maximal aufnehmbaren Schubkraft $v_{Rd,max,\ Fuge}$
3.2.2.7 Nachweis der maximal aufnehmbaren Querkraft $v_{Rd,max}$
3.2.2.8 Bemessung der Verbund- und Querkraftbewehrung in Querrichtung der Gitterträger

3.2.2.9 Beispiele, EDV-Bemessungsprogramm
3.2.3 Bemessung für Durchstanzen
3.2.3.1 Durchstanznachweis bei Verwendung von KTS- und KTP-Gitterträgern
3.2.3.2 Verbundnachweis im Durchstanzbereich
3.2.3.3 Beispiel, EDV-Bemessungsprogramm
3.2.4 Bemessung für dynamische Belastung

4. Bewehrung und Konstruktion
4.1 Betondeckungen
4.2 Bewehrungen
4.2.1 Duktilität
4.2.2 Biegezugbewehrung
4.2.2.1 Gitterträger als Biegezugbewehrung
4.2.2.2 Zulagebewehrung
4.2.2.3 Verankerung an Endauflagern
4.2.2.4 Verankerung an Zwischenauflagern
4.2.2.5 Stoß der Querbewehrung über der Plattenfuge
4.2.3 Verbund-/Querkraftbewehrung
4.2.3.1 Gitterträger als Verbund- und Querkraftbewehrung
4.2.3.2 Hinweise zu zweiachsig gespannten Platten
4.2.3.3 Verbundsicherungsbewehrung
4.3 Auflagerausbildung im Endzustand
4.3.1 Endauflager
4.3.2 Zwischenauflager

5. Brandschutz
5.1 Normen und Begriffe
5.2 Ausbildung der Kaiser-Omnia-Plattendecke für F 90

6. Montagezustand
6.1 Allgemeines
6.2 Verlegeanleitungen
6.3 Stützweiten
6.3.1 Fertigplatten mit Gitterträgern KT 800

6.3.2 Fertigplatten mit Gitterträgern KT 100 (MONTAQUICK)

6.4 Stützweitentabellen für den Montagezustand

7. Literaturverzeichnis

2. Welche Gitterträger werden verwendet?

2.1 Zweck der Gitterträger

Die Gitterträger haben zwei Hauptaufgaben:

1.) Sicherung des Verbundes zwischen Fertigplatte und Ortbeton im Endzustand

2.) Trag- und Gebrauchsfähigkeit (Montagesteifigkeit) der Fertigplatte im Montagezustand.

Darüber hinaus können Gitterträger z.B. als Abstandhalter für die obere Bewehrung verwendet werden.

2.2 Norm und Zulassung

Die Deckenkonstruktion „Fertigplatte + Ortbeton“ ist in DIN 1045-1 Abschn. 13.4.3 als „nachträglich mit Ortbeton ergänzte Deckenplatte“ aufgeführt und bedarf daher selbst keiner Zulassung. Die in den Fertigplatten eingebauten Gitterträger müssen jedoch allgemein bauaufsichtlich zugelassen sein. In den Kaiser-Omnia-Plattendecken sind das die Gitterträger-Typen KT 100, KT 800, KTS [2], [3] [4] und KTP [5]. Die Zulassungen zeigen die genaue Ausbildung der einzelnen Gitterträger, grenzen den Anwendungsbereich hinsichtlich der Verkehrsbelastung ab, enthalten Hinweise zur konstruktiven Durchbildung sowie zum statischen Nachweis und geben vor allem die zulässigen Momente und Querkräfte zur Ermittlung der Montagestützweiten an.

2.3 Ausbildung der einzelnen Gitterträger

2.3.1 Standard-Gitterträger KT 800 [2]

Der KT 800-Gitterträger wird in üblichen Deckenkonstruktionen bei vorwiegend ruhender Verkehrsbelastung eingesetzt.

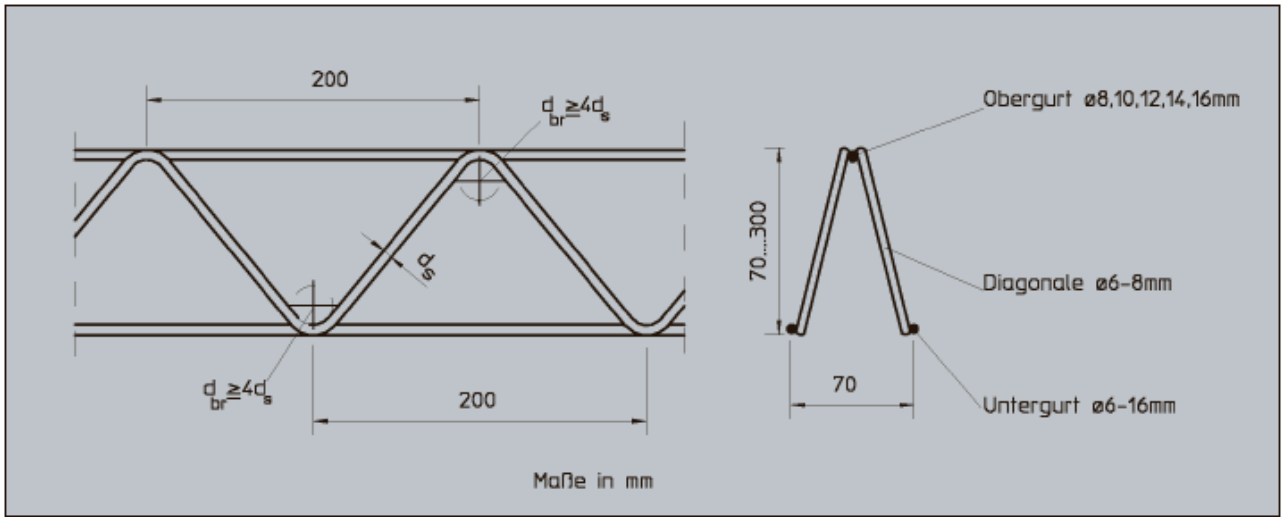


Bild 2.1: Gitterträger KT 800

Trägerbezeichnung:

Mit den letzten zwei Ziffern der Trägerbezeichnung wird die Trägerhöhe benannt. Außerdem können noch die Durchmesser der einzelnen Stäbe angegeben werden (siehe auch 4.2.1).

Beispiel:	KT 813 12A+G/7A+G/6B	Trägerhöhe	13 cm
		Obergurte Ø	12 mm, Duktilitätsklasse A, glatt
		Diagonalen Ø	7 mm, Duktilitätsklasse A, glatt
		Untergurte Ø	6 mm, Duktilitätsklasse B, gerippt

Obergurt	Diagonalen	Untergurte	Trägerhöhen
Ø [mm]	**Ø [mm]**	**Ø [mm]**	**[cm]**
Ø 8	2 Ø 6	2 Ø 6	7 – 24
Ø 10	2 Ø 6	2 Ø 6	7 – 30
Ø 12	2 Ø 6	2 Ø 6	9 – 11
	2 Ø 7		12 – 19
Ø 14	2 Ø 7	2 Ø 6	9 – 18
Ø 16	2 Ø 7	2 Ø 6	7 – 19

andere Abmessungen auf Anfrage

Tabelle 2.1: Abmessungen des Gitterträgers KT 800

KT	807	808	809	810	811	812	813	814	815
8/6/6	1,402	1,431	1,461	1,494	1,528	1,564	1,601	1,638	1,677
10/6/6	1,623	1,652	1,683	1,715	1,750	1,786	1,822	1,860	1,898
12/6(7)/6	-	-	1,953	1,986	2,020	2,316	2,366	2,418	2,471
14/7/6	-	-	2,469	2,512	2,558	2,606	2,656	2,707	2,759
16/7/6	2,760	2,797	2,838	2,881	2,927	2,976	3,025	3,076	3,129

KT	816	817	818	819	820	821	822	823	824
8/6/6	1,716	1,755	1,796	1,836	1,877	1,918	1,960	2,002	2,043
10/6/6	1,937	1,977	2,017	2,058	2,098	2,140	2,181	2,223	2,265
12/7/6	2,524	2,578	2,634	2,690	-	-	-	-	-
14/7/6	2,812	2,866	2,921	-	-	-	-	-	-
16/7/6	3,182	3,236	3,291	-	-	-	-	-	-

Tabelle 2.2: Trägergewichte [kg/m]

2.3.2 MONTAQUICK-Gitterträger KT 100 [3]

Der KT 100-Gitterträger kann im Montagezustand große Stützweiten überspannen und ist im Endzustand für dynamische Verkehrsbelastung zugelassen.

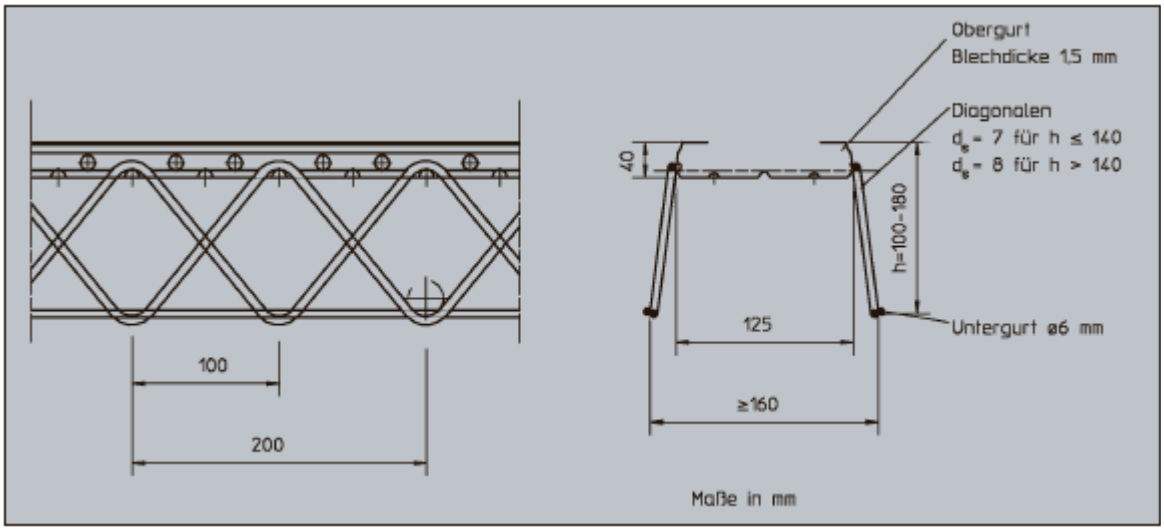


Bild 2.2: Gitterträger KT 100

Trägerbezeichnung:

Mit den letzten zwei Ziffern der Trägerbezeichnung wird die Trägerhöhe angegeben.

Beispiel: KT 116 (Trägerhöhe 16 cm)

Obergurt	Diagonalen	Untergurte	Trägerhöhen
[mm]	Ø [mm]	Ø [mm]	[cm]
Breite: 125,0 Höhe: 40,0 Dicke: 1,5	2 Ø 7	2 Ø 6	10 – 14
	2 Ø 8		15 – 18

Tabelle 2.3: Abmessungen des Gitterträgers KT 100

KT	110	111	112	113	114	115	116	117	118
kg/lfm.	3,796	3,838	3,883	3,930	3,979	4,340	4,409	4,479	4,549

Tabelle 2.4: Trägergewichte [kg/m]

2.3.3 Schub-Gitterträger KTS [4]

Eigenschaften und Anwendungsbereiche

Der KT S-Gitterträger ist ein Querkraftbewehrungsträger für den Entzustand, der hohe Querkraftbeanspruchungen aufnehmen kann.

Für den Montagezustand beim Einsatz in den Plattendecken hat der KT S-Gitterträger keine Funktion.

- Gitterträgerhöhen 8 bis 30 cm
- Einsatz als Verbund- und/oder Querkraftbewehrung in nachträglich mit Ortbeton ergänzten Deckenplatten
- Einsatz als Querkraftbewehrung in Ortbetondecken
- Einsatz auch bei nicht vorwiegend ruhender Belastung (ab 10 cm Trägerhöhe)
- Einsatz als Durchstanzbewehrung punktförmig gestützter Platten

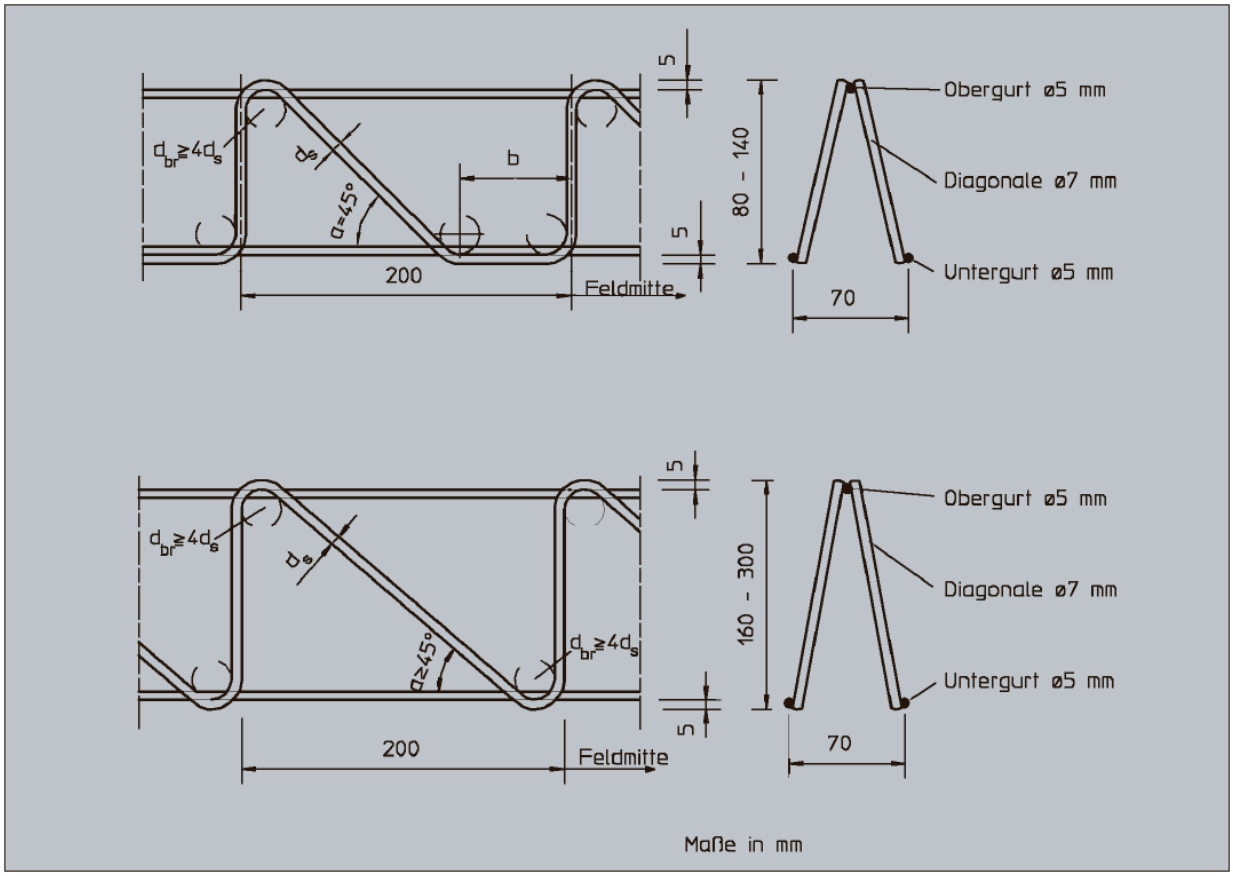


Bild 2.3: Gitterträger KTS

Die KT S-Gitterträger sind so anzuordnen, dass die Diagonalen stets zum Auflager hin steigen.

Trägerbezeichnung:

Die Zahl nach der Typ-Bezeichnung KTS gibt die Trägerhöhe an.
Beispiel: KTS 18 (Trägerhöhe 18 cm)

Obergurt	Diagonalen/Vertikalen	Untergurte	Trägerhöhen
Ø [mm]	Ø [mm]	Ø [mm]	[cm]
Ø 5	2 Ø 7	2 Ø 5	8 – 30

Tabelle 2.5: Abmessungen des Gitterträgers KTS

KTS	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30
kg/lfm.	1,369	1,459	1,554	1,655	1,760	1,869	1,979	2,093	2,266	2,56

Tabelle 2.6: Trägergewichte [kg/lfm]

2.3.4 Querkraft-Gitterträger KTP [5], [31], [32], [34]

Eigenschaften und Anwendungsbereiche

Der KTP-Gitterträger ist ein Querkraftbewehrungsträger für den Endzustand, der noch größere Querkraftbeanspruchungen aufnehmen kann als der KTS-Gitterträger.

Für den Montagezustand beim Einsatz in den Plattendecken hat der KTP-Gitterträger keine Funktion.

- Gitterträgerhöhen 10 bis 40 cm
- Einsatz als Verbund- und/oder Querkraftbewehrung in nachträglich mit Ortbeton ergänzten Deckenplatten
- Einsatz als Querkraftbewehrung in Ortbetondecken
- Einsatz als Durchstanzbewehrung punktförmig gestützter Platten

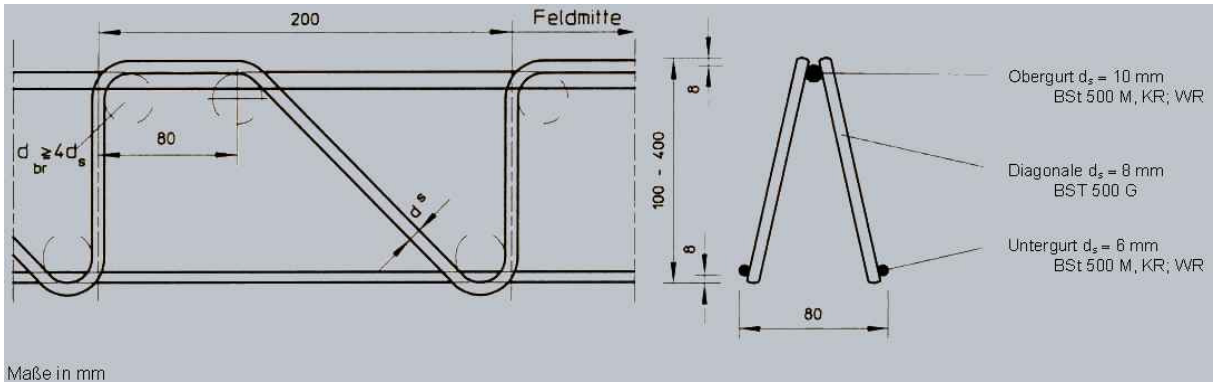


Bild 2.4: Gitterträger KTP

Die KTP-Gitterträger sind so anzuordnen, dass die Diagonalen stets zum Auflager hin steigen.

Trägerbezeichnung:

Die Zahl nach der Typ-Bezeichnung KTP gibt die Trägerhöhe an.

Beispiel: KTP 18 (Trägerhöhe 18 cm)

Obergurt	Diagonalen/Vertikalen	Untergurte	Trägerhöhen
Ø [mm]	Ø [mm]	Ø [mm]	[cm]
Ø 10	2 Ø 8	2 Ø 6	10 – 40

Tabelle 2.7: Abmessungen des Gitterträgers KTP

KTP	**10**	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**
kg/lfm.	2,266	2,409	2,554	2,701	2,850	3,000

KTP	**22***	**24**	**30**	**32***	**35***	**40***
kg/lfm.	3,152	3,304	3,766	3,920	4,153	4,542

Tabelle 2.8: Trägergewichte [kg/lfm]

*) Trägerhöhen auf Anfrage

3. Schnittgrößen und Bemessung

3.1 Ermittlung der Schnittgrößen

3.1.1 Allgemeines

Für die Kaiser-Omnia-Plattendecke können die Schnittgrößen wie für reine Ortbetondecken berechnet werden, wenn

- die Schubkraftübertragung in der Fuge zwischen Fertigteilplatte und Ortbeton nachgewiesen wird (DIN 1045-1, Abschn. 10.3.6),
- die Konstruktionsregeln nach DIN 1045-1, Abschnitt 13.4.3 eingehalten werden und
- der Höhenunterschied zwischen a_{sx}- und a_{sy}-Feldbewehrung nicht mehr als 5 cm oder d/10 beträgt (größerer Wert ist maßgebend) (DIN 1045-1, Abschn. 8.2 (6)).

Darüber hinaus soll die Fertigplattendicke nicht größer als 1/3 der Gesamtdeckendicke sein [6].

3.1.2 Verfahren

Von den in DIN 1045-1, Abschn. 8 aufgeführten Verfahren ist für die Kaiser-Omnia-Plattendecke die linear-elastische Berechnung ohne/mit Momentenumlagerung am geeignetsten. Die Vorteile sind:

- Einfache Schnittgrößenermittlung
- Kein Nachweis der Verformungsfähigkeit (Rotationsfähigkeit)
- Betonstahl mit normaler Duktilität darf verwendet werden (bei Momentenumlagerung bis 15 %)
- Außer EDV-Berechnungen können die bisherigen manuellen Hilfsmittel (z. B. Formeln für Durchlaufträger, Tafeln nach Czerny) weiterhin angewendet werden.

3.1.3 Lasten, Verkehrslasten

- Sämtliche Lasten werden mit Teilsicherheitsbeiwerten beaufschlagt.
- Die Verkehrslasten sind grundsätzlich unbeschränkt, sowohl nach Art als auch nach Größe [14].
- Bei dynamischer Belastung (z.B. Brückenbau) muss die Querkraft-/Verbund-bewehrung für dynamische Beanspruchung zugelassen sein (z.B. KTS-Gitterträger).

- „Schwerer Betrieb in Fabriken“ ist nach [29] dann vorhanden, wenn Decken von Gabelstaplern befahren werden oder auf denen schwingende Beanspruchungen erzeugt werden (z.B. durch Maschinen). Bei vorwiegend ruhenden Verkehrslasten bis maximal q_k = 10 kN/m² kann dagegen von leichtem Betrieb ausgegangen werden.
- Für Feuerwehrzufahrten auf Hofkellerdecken gilt ein Lastansatz von SLW 30 + 5,0 kN/m² (keine dynamische Belastung) [15].

3.1.4 Einachsig gespannte Platten

- Keine Besonderheiten
- Berechnung mit EDV (z.B. FEM) oder mit herkömmlichen Hilfsmitteln
- Möglichst keine Einzel-/Linienlast über der Plattenfuge

Beispiel:

Gegeben: Stahlbetonplatte über 2 Felder gemäß Bild 3.1, üblicher Hochbau

Deckendicke: h = 18 cm

Putz und Belag = 1,5 kN/m²

Verkehrslast: q_k = 3,5 kN/m²

Gesucht: Schnittgrößen für die Bemessung

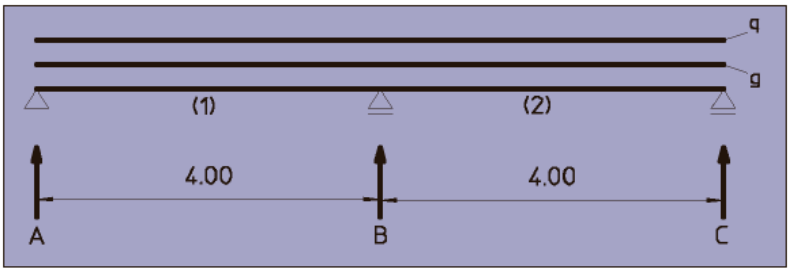


Bild 3.1: Statisches System

a) Belastungen

- Charakteristische Werte, Grundwerte (Index k):
  Eigengewicht: 0,18 · 25,0 = 5,4 kN/m²
  Putz und Belag: = 1,5 kN/m²
  g_k = 6,0 kN/m²
  Verkehrslast q_k = 3,5 kN/m²

- Teilsicherheitsbeiwerte γ: (DIN 1045-1, Tab. 1)
  für g_k: Bei durchlaufenden Platten darf vereinfachend γ_G = 1,35 in allen Feldern gesetzt werden (DIN 1045-1, Abschn. 5.3.3) (5)).

  für q_k: γ_Q = 0 (günstig) oder γ_Q = 1,5 (ungünstig)

- Lasten für Bemessung (Index d):

  $g_d = \gamma_G \cdot g_k = 1{,}35 \cdot 6{,}0 = 8{,}10$ kN/m²
  $q_d = \gamma_Q \cdot q_k = 1{,}50 \cdot 3{,}5 = 5{,}25$ kN/m²

b) Schnittgrößen infolge Einwirkungen (Index E) für Bemessung (Index d)

- Ansatz von g_d durchlaufend, von q_d feldweise

  $m_{Ed,B} = -0{,}125 \cdot (8{,}1 + 5{,}25) \cdot 4{,}00^2$
  $= -26{,}7$ kN/m/m
  $m_{Ed,F1(F2)} = (0{,}070 \cdot 8{,}1 + 0{,}096 \cdot 5{,}25) \cdot 4{,}00^2$
  $= 17{,}1$ kN/m/m
  $v_{Ed,Bre} = 0{,}625 \cdot (8{,}1 + 5{,}25) \cdot 4{,}00$
  $= 33{,}4$ kN/m

- Umlagerung des Stützmomentes ist möglich (maximal um 15 % bei Betonstahl (Duktilitätsklasse A)).

- Ausrundungs- bzw. Anschnittmomente sind wie bisher erlaubt (DIN 1045.1, Abschnitt 7.3.2 (2), (3)).

3.1.5 Zweiachsig gespannte Platten

Bei zweiachsig gespannten Kaiser-Omnia-Plattendecken darf nach DIN 1045-1, Abschn. 13.4.3 (3) bei der Berechnung der Schnittgrößen die volle Drillsteifigkeit angesetzt werden, wenn sich innerhalb des Drillbereichs von 0,3 l ab der Ecke keine Stoßfuge der Fertigteilplatten befindet oder wenn die Fuge durch eine Verbundbewehrung (Gitterträger) im Abstand von höchstens 10 cm vom Fugenrand gesichert wird.

Werden die Schnittgrößen von zweiachsig gespannten Platten mit Hilfe der FE-Methode berechnet, wird manchmal die Frage nach dem Einfluss der Fugen zwischen den Fertigplatten gestellt. Experimentell wurde sowohl diese Frage als auch der Einfluss der unterschiedlich hohen Lagen der Feldbewehrungen in x- und y-Richtung bereits 1979 untersucht [7]. Die Ergebnisse führten zur Anerkennung der vollen Drillsteifigkeit von Teilfertigdecken bei Lage der Fertigplattenfugen außerhalb des Drillbewehrungsbereiches. In den letzten Jahren sind zu diesem Thema auch rechnerische Untersuchungen durchgeführt worden [6], [8]. Danach dürfen die Schnittgrößen nach der FEM für die Kaiser-Omnia-Plattendecke genauso ermittelt werden wie für eine kreuzweise gespannte Ortbetondecke, wenn die o. g. Regelungen für den Drillbereich eingehalten werden. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die Fertigplattendicke nicht größer als 1/3 der Gesamtdeckendicke sein soll [6]. Die unterschiedlich hohen Lagen der Feldbewehrungen a_{sx} und a_{sy} bleiben bei der Berechnung der Schnittgrößen unberücksichtigt, wenn ihr Abstand in der Höhe nicht mehr als 5 cm oder d/10 beträgt (der größere Wert ist maßgebend), d.h. es kann mit gleichen Steifigkeiten in x- und y-Richtung gerechnet werden (DIN 1045-1, Abschn. 8.2 (6)).

Nach wie vor ist es möglich, die Schnittgrößen auf herkömmliche Weise zu ermitteln (z.B. nach Tafeln von Czerny, Verfahren nach Pieper/Martens).

3.1.6 Flachdecken

Flachdecken können grundsätzlich auch in der Bauweise Fertigplatte + Ortbetonschicht hergestellt werden. Die Planung erfordert hinsichtlich der konstruktiven Durchbildung (z.B. Einteilung der Fertigplatten, Bewehrungsführung) besondere Aufmerksamkeit.

Nachdem das Deutsche Institut für Bautechnik, Berlin in [9] und der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton, Berlin in [10] die grundsätzliche Anwendung von Teilfertigdecken bestätigt haben, wurde diese Frage auch durch Versuche an der FMPA Stuttgart im Jahr 1996 in [11] positiv beantwortet. Danach verhalten sich „Flachdecken aus Halbfertigteilen mit Ortbeton bei Verwendung von Gitterträgern nicht schlechter als entsprechende Ortbetonplatten“. Das gilt auch für den Durchstanzbereich, und zwar auch dann, wenn eine Durchstanzbewehrung erforderlich wird. Dabei kann die Durchstanzbewehrung sowohl aus KTS- oder aus KTP-Gitterträgern als auch aus Dübelleisten (z.B. DEHA-Halfen; Schöck) bestehen.

Die Ermittlung der Schnittgrößen erfolgt wie für reine Ortbetondecken mit Hilfe der EDV (z.B. FEM) oder nach Näherungsverfahren (z.B. DAfStb-Heft 240). Zu beachten ist dabei wiederum, dass

- die Schubkraftübertragung in der Fuge Fertigplatte – Ortbeton nachgewiesen wird
- der Höhenunterschied zwischen a_{sx}- und a_{sy}-Feldbewehrung nicht größer als 5 cm oder d/10 betragen darf (größerer Wert ist maßgebend)
- die Fertigplattendicke nicht größer als 1/3 der Gesamtdeckendicke ist.

Weiterhin sind die Platten – wie für reine Ortbetondecken – im Bereich der Stützen für Mindestmomente nach DIN 1045-1, Abschn. 10.5.6 zu bemessen, um die Querkrafttragfähigkeit sicher zu stellen.

Die Frage, unter welchen Bedingungen eine Flachdecke in der Ausführung als Teilfertigdecke als drillsteife Platte berechnet werden kann, wird – im Gegensatz zu zweiachsig gespannten Platten mit Linienlagerungen – in DIN 1045-1 nicht direkt angesprochen. Auch wenn die Drillmomente von Flachdecken kleiner sind als von vergleichbaren zweiachsig gespannten Platten mit Linienlagerungen und damit ihre Bedeutung geringer ist, bedarf dieser Punkt der Klärung. Die durch die Fugen zwischen den einzelnen Fertigplatten herabsetzte Drillsteifigkeit führt nämlich nicht nur zu kleineren Drillmomenten, sondern auch vor allem zu größeren Stützmomenten. Ungünstigerweise werden zudem in der Praxis aus konstruktiven und wirtschaftlichen Gründen die Plattenstöße z.T. gerade in die Bereiche der größten Drillmomente gelegt. Dieses Thema ist in [12] mit sehr umfangreichen EDV-Berechnungen an Einfeld- und Mehrfeldplatten untersucht worden. Vier Varianten von Fugenanordungen für eine 9-Feld-Platte mit Dickenverhältnissen Fertigplatte/Gesamtdecke bis zu einem Drittel wurden nach Voruntersuchungen an Einfeldplatten weiter detailliert verfolgt. Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- Ganz allgemein tritt eine Umlagerung von Momenten ein.
- Mit der Verringerung der Drillmomente ist eine Vergrößerung der Stützmomente verbunden.
- In Abhängigkeit von den Fugenanordnungen treten z.T. auch Erhöhungen einiger Feldmomente auf bei gleichzeitiger größerer Abnahme anderer Feldmomente.
- Die maximalen Vergrößerungen von Momenten liegen für praxisgerechte Ausführungen bei ca. 2 % bei gleichzeitiger Abnahme anderer Momente.

Aus diesen Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass bei der Schnittgrößenermittlung für Flachdecken in der Ausführung als Teilfertigdecken der Einfluss der Plattenfugen vernachlässigt werden kann.

Hinzu kommt, dass die günstige Tatsache, dass die Fugen in den (unteren) Biegedruckbereichen stets ausbetoniert werden (Fugenbreite 5 bis 10 cm), in die o. g. Untersuchungen nicht eingehen konnte.

Weitere Untersuchungen zu diesem Thema liegen mit [13] vor.

3.2 Bemessung

Die Nachweiskonzepte und die allgemeinen Bemessungsgrundsätze gelten für Ortbetondecken und für Kaiser-Omnia-Plattendecken gleichermaßen. Kaiser-Omnia-Plattendecken dürfen wie Ortbetonplatten bemessen werden, wenn der Verbund in der Fuge Fertigplatte/Ortbeton gesichert ist (DIN 1045-1, Abschn. 10.3.6).

Manchmal wird die Frage gestellt, ob bei der Anwendung des MONTAQUICK-Systems mit seinen großen Montagestützweiten die einzelnen Beanspruchungszustände separat verfolgt werden müssten und danach die Bemessung im Endzustand aus der Addition der Teilbeanspruchungen zu erfolgen hätte. In [16] wird zu diesem Punkt folgendes ausgeführt:

„Die Regelung im Abschnitt 19.4, DIN 1045, Ausgabe 1988, ist wie folgt begründet und ohne Einschränkung auf MONTAQUICK-Durchlaufsysteme übertragbar:

- Die Bemessung erfolgt für den rechnerischen Bruchzustand, die Vorbelastung stammt nur aus dem Eigengewicht (g_0); die Schnittkräfte aus Eigengewicht haben bei Platten aber nur einen Anteil von im Mittel 30 Prozent an den Bruchschnittkräften.

- Durch Kriechumlagerungen nähert sich auch die aus der Vorbelastung des Montagezustandes herrührende Spannungs- bzw. Schnittkraftverteilung rasch dem Zustand für das endgültige System.

- Darüber hinaus ist im Bruchzustand immer eine Schnittkraftumlagerung durch Fließen bzw. Ausbildung plastischer Gelenke möglich.“

3.2.1 Bemessung für Biegung

Die Biegebemessung erfolgt grundsätzlich wie für reine Ortbetondecken. Die Untergurte der Gitterträger KT 800 und KT 100 sind bei vorwiegend ruhender Belastung Teil der Feldbewehrung. Sie bestehen aus B500A oder B. Bei dynamischer Verkehrsbelastung dürfen die Untergurte nicht angesetzt werden. Die sogenannte Zulagebewehrung, die eigentlich den größeren Bewehrungsanteil stellt, kann aus Einzelstäben oder Betonstahlmatten bestehen.

Befinden sich Stöße zwischen zwei Fertigplatten im unteren Biegedruckbereich (Bereich negativer Momente), muss ein mindestens 4 cm breiter Zwischenraum (besser ≥ 5 cm) zum kraftschlüssigen Ausbetonieren auf der Baustelle vorhanden sein, damit die Biegedruckkräfte einwandfrei übertragen werden können. Damit ergibt sich keine Änderung der Bemessung für die obere Bewehrung gegenüber Ortbetonplatten.

Bei zweiachsig gespannten Platten mit nicht raumgroßen Fertigplatten liegt die Feldbewehrung in x-Richtung im Normalfall in der Fertigplatte (in Richtung der Gitterträger), die Feldbewehrung in y-Richtung auf der Fertigplatte im Ortbeton. Die um ca. 4 cm kleinere statische Höhe d_y gegenüber d_x muss bei der Bemessung von a_{sy} selbstverständlich berücksichtigt werden. Ein größerer Abstand als 5 cm ist nicht zulässig. Die a_{sy}-Feldbewehrung darf nach neuer Norm auch bei nicht raumgroßen Fertigplatten in den Fertigplatten angeordnet und über den Plattenfugen gestoßen werden (DIN 1045-1, Abschn. 13.4.3 (2)). Die geringere statische Höhe über der Fuge ist bei der Bemessung zu beachten.

Beispiel:

Gegeben: Biegemoment im Feld $m_{Ed,F}$ = 17,1 kNm/m aus Beispiel unter Abschnitt 3.1.4

Deckendicke: h = 18 cm

Statische Höhe d = 15,5 cm

Beton C 20/25

Betonstahl B500A

Gitterträger KT 812 mit UG 2 Ø 6 (0,57 cm²)

im Abstand s_T = 50,0 cm

Gesucht: Biegezugbewehrung

Lösung:

$k_d = 15{,}0 \cdot \sqrt{\frac{1{,}0}{17{,}1}} = 3{,}6 \rightarrow k_s = 2{,}29$ (DIN 1045-1, Bild 27, Linie 2), [17]

erf $a_s = 2{,}29 \cdot \frac{17{,}1}{15{,}0} = 2{,}6$ cm²/m

Zulagebewehrung:

erf $a_{s,Zul} = 2{,}6$ cm²/m - $\frac{0{,}57\ \text{cm}^2}{0{,}50\ \text{m}} = 1{,}5$cm²/m

gewählt: Ø 6 / 15 cm (1,9 cm²/m)

3.2.2 Bemessung für Querkraft

Unter der Bedingung, dass die Schubkraft in der Verbundfuge Fertigplatte/Ortbeton aufgenommen werden kann, gelten bei der Querkraftbemessung grundsätzlich die gleichen Regeln für Ortbetonplatten und für Kaiser-Omnia-Plattendecken. Dabei sind die spezifischen Bestimmungen für die Gitterträger, die in den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen [1] bis [5] aufgeführt sind, zu berücksichtigen.

3.2.2.1 Anmerkungen zur Verbund- / Querkraftbewehrung

Im Normalfall (reine Biegung, keine Drucknormalspannungen rechtwinklig zur Verbundfuge) ist bei Kaiser-Omnia-Plattendecken der Nachweis der Schubkraftaufnahme in der Verbundfuge maßgebend für die Größe der Verbund- / Querkraftbewehrung, wenn bei zusätzlich erforderlicher Querkraftbewehrung die Abstandsregeln für die Gitterträger beachtet werden (siehe Abschnitt 4.2.3.1). Es muss also hauptsächlich die Frage beantwortet werden, **ob** Querkraftbewehrung notwendig ist, um die Größe des inneren Hebelarmes z festzulegen und um weitergehende Bewehrungsregelungen einzuhalten.

Die ohne Querkraftbewehrung aufnehmbare Querkraft $v_{Rd,ct}$ beträgt für Normalbeton und bei reiner Biegung

aufn $v_{Ed} = v_{Rd,ct} = 0{,}10 \cdot \kappa \cdot \sqrt[3]{\rho_l[\%] \cdot f_{ck}} \cdot b \cdot d$ (Gl. 70, DIN 1045-1)

Dabei sind

$\kappa = 1 + \sqrt{\frac{20}{d}} \leq 2{,}0$ mit d in [cm]

ρ_l der Längsbewehrungsgrad in [%] mit

$$p_l\ [\%] = \frac{a_{sl}\ [cm^2/m]}{d\ [cm]} \leq 2{,}0\ \%$$

a_{sl} = die Fläche der Zugbewehrung, die mindestens um das Maß d über den betrachteten Querschnitt hinaus geführt und dort wirksam verankert wird (bei Nachweisen an Zwischenauflagern ist a_{sl} die Stützbewehrung).

Die oben angegebene Gl. 70, DIN 1045-1 ist für verschiedene Parameter in Tabelle 3.1 zahlenmäßig ausgewertet.

Beton-festig-keits-klasse C	**ρ_l = [%]**																			
	0,1	**0,2**	**0,3**	**0,4**	**0,5**	**0,6**	**0,7**	**0,8**	**0,9**	**1,0**	**1,1**	**1,2**	**1,3**	**1,4**	**1,5**	**1,6**	**1,7**	**1,8**	**1,9**	**2,0**
20/25	252	317	363	400	431	458	482	504	524	543	560	577	592	607	621	635	648	660	672	684
25/30	271	342	391	431	464	493	519	543	565	585	604	621	638	654	669	684	698	711	724	737
30/37	288	363	416	458	493	524	552	577	600	621	642	660	678	695	711	727	742	756	770	783
35/45	304	383	438	482	519	552	581	607	632	654	675	695	714	732	749	765	781	796	810	824
40/50	317	400	458	504	453	577	607	635	660	684	706	727	747	765	783	800	816	832	847	862

Tabelle 3.1: $v_{Rd,ct}$ [kN/m] = aufnehmbare Querkraft ohne Querkraftbewehrung bei Platten mit

$d \leq 20$ cm$^{(*)}$ = Tabellenwert · d [m]

Die Zahlenwerte können geradlinig interpoliert werden.

$^{(*)}$ Wenn die statische Höhe d > 20 cm ist, müssen die Tabellenwerte mit dem nachstehenden Faktor η abgemindert werden:

$$\eta = \frac{1 + \sqrt{\frac{20}{d\ [cm]}}}{2{,}0}$$

3.2.2.2 Verbundbewehrung, Querkraftbewehrung und innerer Hebelarm z

Verbund- und Querkraftbewehrung können wie folgt definiert werden:

- Verbundbewehrung = Verbindungsbewehrung zwischen der Fertigplatte und dem Ortbeton für die Aufnahme der Schubkraft in der Fuge. Sie wird gebildet von den Gitterträger-Diagonalen. Von „reiner“ Verbundbewehrung spricht man, solange noch keine Querkraftbewehrung erforderlich ist.
- Querkraftbewehrung ist erforderlich, wenn die einwirkende Querkraft v_{Ed} nicht mehr allein vom Beton ($v_{Rd,ct}$) aufgenommen werden kann.
- Kaiser-Omnia-Plattendecken ohne Verbundbewehrung:
  Grundsätzlich ist nach DIN 1045-1 auch die Möglichkeit gegeben, bei sehr geringer Querkraftbeanspruchung auf Verbundbewehrung verzichten zu können. In diesem Fall muss aber bei Endauflagen ohne Wandlast eine Verbundsicherungsbewehrung angeordnet werden (DIN 1045-1, Abschn. 13.4.3 (5)). Die Ausführung ohne Verbundbewehrung ist jedoch nur theoretischer Art, weil allein aus Montagegründen Gitterträger erforderlich sind.

Die Beantwortung der Frage, ob noch Verbundbewehrung ausreicht oder schon Querkraftbewehrung erforderlich ist, hat Einfluss auf die folgenden Punkte:

- Größe des inneren Hebelarmes z
- Gitterträger – Höhen
- Gitterträger – Abstände
- Zulässiger Neigungswinkel α der Diagonalen

Größe des inneren Hebelarmes z:

- Wenn nur Verbundbewehrung erforderlich ist ($v_{Ed} \leq v_{Rd,ct}$),
  dann ist $z = 0{,}9 \cdot d$ ([2], Abschn. (4.1)).

- Wenn Querkraftbewehrung erforderlich werden sollte ($v_{Ed} > v_{Rd,ct}$),
  dann gelten

  $z = 0{,}9 \cdot d$
  und $z = d - c_{v,l} - c_{v,l}^{*}$ mit $c_{v,l}^{*} = c_{v,l}$
  $\leq 3{,}0$ cm

  Der kleinere von beiden Werten ist maßgebend. Dabei ist $c_{v,l}$ das Verlegemaß der Längsbewehrung in der Biegedruckzone (DIN 1045-1, Abschn. 10.3.4).

3.2.2.3 Schubkraftübertragung in der Fuge Fertigplatte/Ortbeton

Ausgangsgröße für den Nachweis in der Fuge ist die einwirkende Platten-Querkraft v_{Ed} [kN/m] aus der Schnittgrößenermittlung. Daraus wird die einwirkende aufzunehmende Schubkraft in der Fuge

$v_{Ed,Fuge}$ $[\frac{kN/m}{m}]$ berechnet.

In der Verbundfuge muss nach DIN 1045-1, Abschn. 10.3.6 (2) eine Schubkraft übertragen werden von

$$v_{Ed,Fuge} = \frac{F_{cdj}}{F_{cd}} \cdot \frac{v_{Ed}}{z} \qquad \text{(Gl. 83, DIN 1045-1)}$$

Dabei sind:

v_{Ed}	=	aufzunehmende Platten-Querkraft, Bemessungsquerkraft
z	=	Hebelarm der inneren Kräfte
	=	0, 9 · d , wenn nur Verbundbewehrung erforderlich ist
		und
	=	$z = d - c_{v,l} - c_{v,l}^{*}$ mit $c_{v,l}^{*} = c_{v,l} \leq 3{,}0$ cm, wenn Querkraftbewehrung angeordnet werden muss
		(siehe Abschnitt 3.2.2.2)
F_{cd}	=	Biegedruckkraft im Querschnitt infolge m_{Ed}
F_{cdj}	=	Anteil der Biegedruckkraft F_{cd} im Fertigteilquerschnitt (falls Fertigteilquerschnitt überhaupt in der Biegedruckzone liegt)

Wenn die Biegezugbewehrung in der Fertigplatte liegt, ist das Verhältnis F_{cdj} /F_{cd} immer = 1, und auch wenn sich die Biegedruckzone im Bereich der Fertigplatte befindet, sollte vereinfachend und auf der sicheren Seite liegend das Verhältnis = 1 gesetzt werden. Eine Abminderung ist nur in besonderen Fällen angebracht.

Der Bemessungswert der aufnehmbaren Schubkraft in der Fuge setzt sich nach DIN 1045-1, Gl. (84) aus folgenden Traganteilen zusammen:

- Traganteil aus Haftverbund und aus ggf. wirkender Reibung in der Fuge (= $v_{Rd,ct,Fuge}$)
- Traganteil der Fugenbewehrung ($v_{Rd,sy,Fuge}$)

Darüber hinaus darf die aufnehmbare Schubkraft in der Fuge einen Höchstwert nicht überschreiten: $v_{Ed,Fuge} \leq v_{Rd,max,Fuge}$ (siehe Abschnitt 3.2.2.6).

3.2.2.4 Unbewehrte Fugen

Auch wenn unbewehrte Fugen allein schon wegen der immer notwendigen Gitterträger für den Montagezustand nicht in Betracht kommen, wird der Traganteil des Haftverbundes in der Fuge für die Gesamt-Schubtragfähigkeit genutzt. Der Reibungsteil nach DIN 1045-1, Gl. (84) wird dagegen nicht angesetzt, weil eine wirksame Reibungskraft i. A. nicht vorhanden ist. Die aufnehmbare Schubkraft in der Fuge ohne Verbundbewehrung ergibt sich damit für Normalbeton nach DIN 1045-1, Gl. (84) zu

$$v_{Rd,ct,Fuge} = c_j \cdot f_{ctd} \cdot b$$

Dabei sind:

c_j	=	der Rauigkeitsbeiwert nach Tabelle 13, und Absatz (4) DIN 1045-1
f_{ctd}	=	der Bemessungswert der Betonzugfestigkeit des Ortbetons oder des Fertigteils (der kleinere Wert ist maßgebend) in MN/m²: $f_{ctd} = f_{ctk;0,05} : \gamma_c$ mit $\gamma_c = 1,8$
b	=	die Breite der Kontaktfläche, bei Kaiser-Omnia-Plattendecken b = 1,00 m

Zeile	Spalte	1	2
	Oberflächenbeschaffenheit nach DIN 1045-1, Abschn. 10.3.6 (1)	c_j	μ
1	verzahnt	0,50	0,9
2	rau	0,40[a]	0,7
3	glatt	0,20[a]	0,6
4	sehr glatt	0	0,5

[a] In den Fällen, in denen die Fuge infolge Einwirkungen rechtwinklig zur Fuge unter Zug steht, ist bei glatten oder rauen Fugen $c_j = 0$ zu setzen.

Tabelle 3.2: Beiwerte c_j und μ nach DIN 1045-1, Tabelle 13

Oberflächenbeschaffenheit der Fuge (DIN 1045-1, Abschn. 10.3.6 (1)):

- sehr glatt: die Oberfläche wurde gegen Stahl oder glatte Holzschalung betoniert; Fuge ebenfalls „sehr glatt“, wenn Fertigplatten mit selbstverdichtendem Beton hergestellt wurden (DAfStb-Ri, November 2003)

- glatt: die Oberfläche wurde abgezogen oder im Gleit- bzw. Extruderverfahren hergestellt oder sie blieb nach dem Verrichten ohne weitere Behandlung

- rau: eine Oberfläche mit mindestens 3 mm durch Rechen erzeugte Rauigkeit mit ungefähr 40 mm Abstand, oder erzeugt durch entsprechendes Freilegen der Gesteinskörnungen oder durch andere Methoden, die ein äquivalentes Tragverhalten herbeiführen; alternativ darf die Oberfläche eine definierte Rauigkeit aufweisen (nach [18] mit $R_t \geq 1{,}5$ mm nach DIN 1045-1, Fußnote 10).

Von den in [18] aufgeführten Möglichkeiten zur Bestimmung einer rauen Fuge kommt für die Praxis wohl nur die Messung nach dem Sandflächenverfahren von Kaufmann in Betracht (siehe dort).

Danach kann eine Fuge als „rau“ eingestuft werden, wenn die mittlere Rautiefe $R_t \geq 1{,}5$ mm ist nach DIN 1045-1, Fußnote 10). Anderenfalls ist mit einer glatten Fuge zu rechnen. Mit der Annahme einer glatten Fuge liegt man beim Nachweis zwar auf der sicheren Seite, günstige Einflüsse hinsichtlich Beanspruchbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Betondeckung bleiben aber ungenutzt. Darüber hinaus sollte in Durchstanzbereichen immer eine raue Oberfläche der Fertigplatten vorhanden sein. Um Sicherheit in der Frage einer rauen Fuge zu erhalten, sollten Referenzkörper hergestellt und z.B. vom Güteschutz Beton geprüft werden.

Die oben angegebene Gleichung für $v_{Rd,ct,Fuge}$ ist in der folgenden Tabelle 3.3 für glatte und raue Fugen zahlenmäßig ausgewertet. Für „sehr glatte“ Fugen werden keine (weiteren) Berechnungen durchgeführt, weil sie ohne Aktivierung des Reibungsanteils (Normalfall) nach DIN 1045-1, Abschn. 10.3.6 (4) nicht ausführbar sind ($v_{Rd,max,Fuge} = 0$).

Oberflächen-beschaffenheit	**Betonfestigkeitsklasse C**				
	20/25	**25/30**	**30/37**	**35/45**	**40/50**
glatte Fuge	166	200	222	244	248
raue Fuge	332	400	444	488	556

Tabelle 3.3: $v_{Rd,ct,Fuge}$ $[\frac{kN/m}{m}]$ = aufnehmbare Schubkraft in der Fuge (aufn $v_{Ed,Fuge}$)

ohne Verbundbewehrung

Bei dynamisch wirkender Belastung darf $v_{Rd,ct,Fuge}$ nicht angerechnet werden (DIN 1045-1, Abschn. 10.3.6 (9)).

3.2.2.5 Bewehrte Fugen

Wenn die einwirkende Schubkraft größer ist als die ohne Bewehrung aufnehmbare Schubkraft ($v_{Ed,Fuge} > v_{Rd,ct,Fuge}$), ist eine Verbund-/Querkraftbewehrung erforderlich. Die von der Bewehrung aufnehmbare Schubkraft beträgt:

$$v_{Rd,sy,Fuge} = a_{s,Fuge} \cdot f_{yd} \cdot (1{,}2 \cdot \mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha) \qquad \text{(Gl. 85, DIN 1045-1)}$$

Dabei sind

$a_{s,Fuge}$ $= \frac{A_{sD}}{s_T} \left[\frac{cm^2/m}{m}\right]$ = Verbund- / Querkraftbewehrung

A_{sD} $= \left[\frac{cm^2}{m}\right]$ = Querschnitt der zum Auflager hin steigenden Diagonalen (ggfs. auch Vertikalen) eines Gitterträgers pro lfm. Länge

s_T [m] = Abstand der Gitterträger

f_{yd} = Bemessungswert der Stahlspannung der Diagonalen / Vertikalen

= 36,5 kN/cm² (für KT 800, KT 100, KTS)

= 43,5 kN/cm² (für KTP)

α = Neigung der Gitterträger-Diagonalen /-Vertikalen

μ = der Reibungsbeiwert nach Tabelle 13, DIN 1045-1

Verbundbewehrung und ggf. erforderliche Querkraftbewehrung brauchen nicht addiert zu werden; der größere Wert aus dem Verbundnachweis ist maßgebend.

Gl. 85, DIN 1045-1 ist für die verschiedenen Parameter in Tabelle 3.4 (KT 800), in Tabelle 3.5 (KT 100), in Tabelle 3.6 (KTS) und in Tabelle 3.7 (KTP) zahlenmäßig ausgewertet.

Trägertyp		Ø Dia [mm]	Fugenbeschaffenheit	
			glatt	rau
(α < 45°)	KT 807 und KT 808	6	127	134
		7	173	183
(α = 45° - 54°)	KT 809 bis KT 812	6	121	131
		7	164	178
(α = 56° - 67°)	KT 813 bis KT 819	6	108	120
		7	148	163
(α = 68° - 76°)	KT 820 bis KT 830	6	97	108
		7	132	148
		8	172	193

Tabelle 3.4: $v_{Rd,sy,Fuge}$ [kN/m] = aufnehmbare Schubkraft pro lfm. Gitterträger KT 800 **in Trägerrichtung**

Mit Berücksichtigung der $v_{Rd,ct,Fuge}$-Werte nach Tabelle 3.3 beträgt damit der erforderliche Gitterträgerabstand:

$$\boxed{\text{erf } s_T\,[\text{m}] \leq \frac{\text{Tabellenwert}\,[\text{kN/m}]}{(v_{Ed,Fuge} - v_{Rd,ct,Fuge})\left[\frac{\text{kN/m}}{\text{m}}\right]}}.$$

Trägertyp		Ø Dia [mm]	Fugenbeschaffenheit	
			glatt	rau
(α = 40,8 – 45°)	KT 110 und KT 111	7	171	183
(α = 47,9 - 53,6°)	KT 112 bis KT 114	7	164	177
(α = 56 – 58,2°)	KT 115 und KT 116	8	209	228
(α = 60,1 – 61,9°)	KT 117 und KT 118	8	202	222

Tabelle 3.5: $v_{Rd,sy,Fuge}$ [kN/m] = aufnehmbare Schubkraft pro lfm. Gitterträger KT 100 **in Trägerrichtung**

Mit Berücksichtigung der $v_{Rd,ct,Fuge}$-Werte nach Tabelle 3.3 beträgt damit der erforderliche Gitterträgerabstand:

$$\text{erf } s_T\,[m] \leq \frac{\text{Tabellenwert}\,[kN/m]}{(v_{Ed,Fuge} - v_{Rd,ct,Fuge})\left[\frac{kN/m}{m}\right]}$$

* Bei dynamisch wirkender Belastung ist $v_{Rd,ct,Fuge}$ = 0 zu setzen.

Trägertyp		Ø Dia [mm]	Fugenbeschaffenheit	
			glatt	rau
(α = 45° – 45,8°)	**KTS 8 bis KTS 16**	**7**	272	301
(α = 49,5°- 52,8°)	**KTS 18 und KTS 20**	**7**	266	296
(α = 55,6° - 59,3°)	**KTS 22 und KTS 25**	**7**	260	291
(α = 64°)	**KTS 30**	**7**	254	286

Tabelle 3.6: $v_{Rd,sy,Fuge}$ [kN/m] = aufnehmbare Schubkraft pro lfm. Gitterträger KTS **in Trägerrichtung**

Da die KTS-Gitterträger nur als Zulage-Gitterträger angeordnet werden, wird bei der Berechnung des Abstandes s_T der $v_{Rd,ct,Fuge}$ –Anteil nicht angesetzt, weil dieser bereits bei den KT 800- bzw. KT 100-Gitterträgern berücksichtigt wurde.

$$\text{erf } s_T\,[m] \leq \frac{\text{Tabellenwert}\,[kN/m]}{v_{Ed,Fuge}\ \frac{kN/m}{m}}$$

Trägertyp		Ø Dia [mm]	Fugenbeschaffenheit	
			glatt	rau
α = 45° – 58,2°	KTP 10 bis KTP 16	8	404	453
α = 59,9° – 64,1°	KTP 17 bis KTP 20	8	392	442
α = 65,2° – 69,0°	KTP 21 bis KTP 25	8	381	431
α = 69,8°- 72,5°	KTP 26 bis KTP 30	8	371	422
α = 73,0° – 75,0°	KTP 31 bis KTP 35	8	366	418
α = 75,4° - – 76,8°	KTP 36 bis KTP 40	8	361	413

Tabelle 3.7: $v_{Rd,sy,Fuge}$ [kN/m] = aufnehmbare Schubkraft pro lfm. Gitterträger KTP **in Trägerrichtung**

Da die KTP-Gitterträger nur als Zulage-Gitterträger angeordnet werden, wird bei der Berechnung des Abstandes s_T der $v_{Rd,ct,Fuge}$ –Anteil nicht angesetzt, weil dieser bereits bei den KT 800- bzw. KT 100-Gitterträgern berücksichtigt wurde.

$$\text{erf } s_T\,[m] \leq \frac{\text{Tabellenwert}\,[kN/m]}{v_{Ed,Fuge}\left[\frac{kN/m}{m}\right]}$$

3.2.2.6 Nachweis der maximal aufnehmbaren Schubkraft $v_{Rd,max,Fuge}$

Der Höchstwert der aufnehmbaren Schubkraft in der Fuge beträgt nach DIN 1045-1, Gl. (86):

$v_{Rd,max,Fuge} = 0{,}5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b$

mit

$v = 0{,}2$

$f_{cd} = 0{,}85 \cdot f_{ck} : \gamma_c$ mit $\gamma_c = 1{,}5$

Für raue Fugen gelten die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen [1] bis [5].

Die Formulierung für $v_{Rd,max,Fuge}$ ist in der nachstehenden Tabelle 3.8 ausgewertet.

Oberflächen beschaffen-heit	**Betonfestigkeitsklasse C**				
	20/25	**25/30**	**30/37**	**35/45**	**40/50**
glatte Fuge	1133	1416	1700	1983	2266
raue Fuge	2400	2800	3300	3600	≥ 3600

Tabelle 3.8: $v_{Rd,max,Fuge} \left[\frac{kN/m}{m}\right]$ = maximal aufnehmbare Schubkraft in der Fuge

3.2.2.7 Nachweis der maximal aufnehmbaren Querkraft $v_{Rd,max}$

Nach den Zulassungen für Gitterträger (z.B. [4], Anlage 3, Abschn. 2.2) darf die Querkraft- / Verbundbewehrung nur dann allein aus Gitterträger-Diagonalen bestehen, wenn die einwirkende Querkraft bei Normalbeton beschränkt wird auf:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,max} = 0{,}25 \cdot b \cdot z \cdot 0{,}75 \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cot\vartheta + \cot\alpha}{1 + \cot^2\vartheta} \quad \text{für } \alpha < 55°$$

und

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,max} = 0{,}30 \cdot b \cdot z \cdot 0{,}75 \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cot\vartheta + \cot\alpha}{1 + \cot^2\vartheta} \cdot (1 + \sin(\alpha - 55°)) \quad \text{für } \alpha \geq 55°$$

Beim Nachweis für $v_{Rd,max}$ ist der $\cot\vartheta$ -Wert wie für reinen Ortbeton anzusetzen ([4], Anlage 3, Abschn. 2.2.).:

$$1{,}0 \leq \cot\vartheta \leq \frac{1{,}2}{1 - v_{Rd,c} / v_{Ed}} \leq 3{,}0$$

mit

$$v_{Rd,c} = 0{,}24 \cdot b \cdot z \cdot \sqrt[3]{f_{ck}}$$

Bei unterschiedlichen Neigungswinkeln α der Gitterträgerstäbe in Gitterträgerrichtung (z.B. Vertikalen und Diagonalen) ist bei Ansatz eines einheitlichen Druckstrebenwinkels ϑ der Nachweis für $v_{Rd,max}$ mit gewichteten Anteilen der Winkel α_i wie folgt zu führen:

$$\sum \frac{v_{Rd,sy,\alpha i}}{v_{Rd,max,\alpha i}} \leq 1{,}0$$

Vereinfacht ist der Nachweis auch dann erbracht, wenn die Gesamtquerkraft $v_{Ed} \leq \min v_{Rd,max,\alpha i}$ ist.

Darüber hinaus reicht es in den meisten Fällen sogar aus, den Nachweis unabhängig von den tatsächlichen (bis zu drei unterschiedlichen) Neigungswinkel α_i mit dem rechnerisch

ungünstigsten Winkel $\alpha = 54{,}9°$ zu führen. Für diesen Winkel werden in der folgenden Tabelle 3.9 die $v_{Rd,max}$-Werte nach der oben aufgeführten Formulierung für $\alpha < 55°$ angegeben. Kleinere $v_{Rd,max}$-Werte gibt es nicht. Falls der Nachweis mit diesen Werten nicht gelingen sollte, ist eine genauere Berechnung mit den tatsächlich vorhandenen Winkeln durchzuführen.

Beton-festigkeits-klasse C	**cot ϑ**										
	1,0	**1,2**	**1,4**	**1,6**	**1,8**	**2,0**	**2,2**	**2,4**	**2,6**	**2,8**	**3,0**
20/25	1806	1655	1508	1373	1253	1148	1055	974	904	841	786
25/30	2258	2068	1885	1716	1566	1435	1319	1218	1130	1051	983
30/37	2709	2483	2262	2060	1880	1722	1583	1461	1356	1262	1179
35/45	3161	2896	2639	2403	2193	2009	1846	1705	1582	1472	1376
40/50	3612	3310	3016	2746	2506	2296	2110	1948	1808	1682	1572

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Tabelle 3.9: $v_{Rd,max}$ [kN/m] = maximal aufnehmbare Querkraft bei $\alpha = 54{,}9°$

= Tabellenwert · z [m]

Die Tabellenwerte können auch für $\alpha \neq 54{,}9°$ benutzt werden, da die tatsächlichen $v_{Rd,max}$ –Werte für $\alpha \neq 54{,}9°$ stets größer sind.

Anmerkung zur Größe von cot ϑ :

Wenn bei Platten Querkraftbewehrung erforderlich sein sollte, errechnet sich der cot ϑ -Wert meistens zu 3,0. In Ausnahmefällen könnte damit der Nachweis $v_{Rd,max} \geq v_{Ed}$ nicht erbracht werden. Es ist aber erlaubt, einen kleineren Wert als cot ϑ = 3,0 zu wählen und damit sowohl die Querkraftbewehrung als auch $v_{Rd,max}$ zu ermitteln. In diesem Fall des reduzierten cot ϑ -Wertes muss außer der Verbundbewehrung auch die Querkraftbewehrung berechnet werden. Die Querkraftbewehrung kann dann größer als die Verbundbewehrung sein. Nach DIN 1045-1, Gl. (77) wird die Querkraftbewehrung wie folgt ermittelt:

$$\text{erf } a_{s,w} \left[\frac{cm^2}{m^2}\right] = \frac{v_{Ed}\ [kN/m]}{f_{yd}\left[\frac{kN}{cm^2}\right] \cdot z\,[m] \cdot (\cot\vartheta + \cot\alpha) \cdot \sin\alpha}$$

3.2.2.8 Bemessung der Verbund- und Querkraftbewehrung in Querrichtung der Gitterträger

Dieser Fall tritt unter anderem bei zweiachsig gespannten Kaiser-Omnia-Plattendecken auf, wenn es um die Lastabtragung in y-Richtung geht, d.h. quer zur Gitterträgerrichtung. Die Vorgehensweise bei der Bemessung ist die gleiche wie in Gitterträgerrichtung. Dabei kann vorausgesetzt werden, dass in den Bereichen, für die der Schubnachweis in y-Richtung zu führen ist, die Beanspruchung in x-Richtung vernachlässigbar ist. Dann können die Diagonalen der Gitterträger allein für die Querkraftabtragung in y-Richtung bemessen werden. Hierzu werden alle Diagonalen herangezogen, wobei die Neigung α in Richtung der Gitterträgerachse selbstverständlich zu berücksichtigen ist. Die Diagonalen wirken dann wie senkrechte Bügel, wenn man nur die vertikale Kraftkomponente $Z_{Diag} \cdot \sin \alpha$ in Rechnung stellt. Die geringfügige Neigung der beiden Diagonalenebenen rechtwinklig zur Gitterträgerachse kann vernachlässigt werden.

Die von der Bewehrung (Gitterträger) aufnehmbare Schubkraft in der Fuge wird wiederum nach Gl. 85, DIN 1045-1 berechnet (siehe Abschnitt 3.2.2.5 dieses Handbuchs). Für querverlaufende Gitterträger KT 800 ist die zahlenmäßige Auswertung in Tabelle 3.10, für querverlaufende Gitterträger KTS in Tabelle 3.11 und für querverlaufende Gitterträger KTP in Tabelle 3.12 erfolgt.

Trägertyp		Ø Dia [mm]	Fugenbeschaffenheit	
			glatt	rau
(α < 45°)	KT 807 und KT 808	6	89	104
		7	121	141
(α = 45 - 54°)	KT 809 bis KT 812	6	105	122
		7	143	167
(α = 56 – 67°)	KT 813 bis KT 819	6	123	144
		7	168	196
(α = 68 – 76°)	KT 820 bis KT 830	6	138	161
		7	188	219
		8	244	285

Tabelle 3.10: $v_{Rd,sy,Fuge}$ $[kN/m]$= aufnehmbare Schubkraft pro lfm. Gitterträgern KT 800, die **rechtwinklig** zur Querkraftrichtung verlaufen

Mit Berücksichtigung der $v_{Rd,ct,Fuge}$-Werte nach Tabelle 3.3 beträgt damit der erforderliche Gitterträgerabstand

$$\boxed{\text{erf } s_T\,[m] \le \frac{\text{Tabellenwert}\,[kN/m]}{(v_{Ed,Fuge} - v_{Rd,ct,Fuge})\left[\frac{kN/m}{m}\right]}}$$

Trägertyp		Ø Dia [mm]	Fugenbeschaffenheit	
			glatt	rau
(α = 45 – 45,8°)	KTS 8 bis KTS 16	7	173	201
		8	226	263
(α = 49,5 - 52,8°)	KTS 18 und KTS 20	7	178	208
		8	233	271
(α = 55,6 – 59,3°)	KTS 22 und KTS 25	7	185	215
		8	241	281
(α = 64°)	KTS 30	7	192	224
		8	251	293

Tabelle 3.11: $v_{Rd,sy,Fuge}$ $[kN/m]$= aufnehmbare Schubkraft pro lfm. Gitterträger KTS, die **rechtwinklig** zur Querkraftrichtung verlaufen

Da die KTS-Gitterträger nur als Zulage-Gitterträger angeordnet werden, wird bei der Berechnung des Abstandes s_T der $v_{Rd,ct,Fuge}$-Anteil nicht angesetzt, weil dieser bereits bei den KT 800- bzw. KT 100-Gitterträgern berücksichtigt wurde.

$$\text{erf } s_T\,[m] \leq \frac{\text{Tabellenwert}\,[kN/m]}{v_{Ed,Fuge}\left[\frac{kN/m}{m}\right]}$$

Trägertyp		Ø Dia [mm]	Fugenbeschaffenheit	
			glatt	rau
(α = 45° – 58,2°)	KTP 10 bis KTP 16	8	267	312
(α = 59,9° – 64,1°)	KTP 17 bis KTP 20	8	294	343
(α = 65,2° – 69,0°)	KTP 21 bis KTP 25	8	300	350
(α = 69,8°- 72,5°)	KTP 26 bis KTP 30	8	306	357
α = 73,0° – 75,0°	KTP 31 bis KTP 35	8	308	360
α = 75,4° - – 76,8°	KTP 36 bis KTP 40	8	310	362

Tabelle 3.12: $v_{Rd,sy,Fuge}$ [kN/m] = aufnehmbare Schubkraft pro lfm. Gitterträger KTP, die **rechtwinklig** zur Querkraftrichtung verlaufen

Da die KTP-Gitterträger nur als Zulage-Gitterträger angeordnet werden, wird bei der Berechnung des Abstandes s_T der $v_{Rd,ct,Fuge}$ –Anteil nicht angesetzt, weil dieser bereits bei den KT 800- bzw. KT 100-Gitterträgern berücksichtigt wurde.

$$\text{erf } s_T\,[\text{m}] \leq \frac{\text{Tabellenwert}\,[\text{kN/m}]}{v_{Ed,Fuge}\left[\frac{\text{kN/m}}{\text{m}}\right]}$$

3.2.2.9 Beispiele, EDV-Bemessungsprogramm

Beispiel 1:

Gegeben:	Kaiser-Omnia-Plattendecke mit	h = 18 cm
	Statische Höhe	d = 15 cm
	Verlegemaß	$c_{v,l}$ = 2,0 cm
	Bemessungsquerkraft	v_{Ed} = 40,5 kN/m
	Biegezugbewehrung R 524	
	Beton C 20/25	

Gesucht: Nachweis der Verbundfuge Fertigplatte/Ortbeton

- Ist Querkraftbewehrung erforderlich?

  Aufnehmbare Querkraft $v_{Rd,ct}$ ohne Querkraftbewehrung nach Tabelle 3.1:

  Mit $\rho_l = \frac{a_{sl}}{d} = \frac{5{,}24\ cm^2/m}{15\ cm}$ = 0,35 % ist

  $v_{Rd,ct}$ = 381 · d [m] = 381 · 0,15 m = 57,2 kN/m > 40,5 kN/m = v_{Ed}

  →Es ist **keine Querkraftbewehrung** erforderlich.

  →Innerer Hebelarm z = 0,9 · d = 0,9 · 15 cm = 13,5 cm

- Aufzunehmende Schubkraft in der Fuge:

  $v_{Ed,Fuge} = \frac{F_{cdj}}{F_{cd}} \cdot \frac{v_{Ed}}{z} = 1{,}0 \cdot \frac{40{,}5\ kN/m}{0{,}135\ m} = 300\ \frac{kN}{m}$ /m (pro m Spannrichtung und pro m Plattenbreite)

- Aufnehmbare Schubkraft in der Fuge ohne Verbundbewehrung nach Tabelle 3.3 (Annahme: glatte Fuge):

  $v_{Rd,ct,Fuge} = 166 \cdot \frac{kN}{m}$ / m < 300 $\frac{kN}{m}$ / m = $v_{Ed,Fuge}$

  →Ohne Verbundbewehrung ist die einwirkende Schubkraft nicht aufnehmbar.

- Ermittlung der Verbundbewehrung nach Tabelle 3.4:

  gewählt: Gitterträger KT 812 mit Diagonalen Ø 6 mm

erf $s_T = \frac{121}{300-166}$ = 0,90 m ; gew.: s_T = 62,5 cm

- Nachweis der maximal aufnehmbaren Schubkraft (Tabelle 3.8):

  $v_{Rd,max,Fuge} = 1133 \cdot \frac{kN/m}{m} > 300 \frac{kN/m}{m} = v_{Ed,Fuge}$

- Nachweis der maximal aufnehmbaren Querkraft $v_{Rd,max}$:

  Wenn – wie im vorliegenden Beispiel – keine Querkraftbewehrung erforderlich ist, ist der Nachweis $v_{Rd,max} \geq v_{Ed}$ immer erfüllt.

Beispiel 2:

Gegeben: Kaiser-Omnia-Plattendecke mit $h = 18$ cm

Statische Höhe $d = 15$ cm

Verlegemaß $c_{v,l} = 2{,}0$ cm

Bemessungsquerkraft $v_{Ed} = 99{,}5$ kN/m

Biegezugbewehrung Ø 12/15 cm (7,5 cm²/m)

Beton C 25/30

Gesucht: Nachweis der Verbundfuge Fertigplatte/Ortbeton

- Ist Querkraftbewehrung erforderlich?

  Aufnehmbare Querkraft $v_{Rd,ct}$ ohne Querkraftbewehrung nach Tabelle 3.1:

  Mit $\rho_l = \frac{a_{sl}}{d} = \frac{7{,}5\ cm^2/m}{15\ cm} = 0{,}5\ \%$ ist

  $v_{Rd,ct} = 464 \cdot d\ [m] = 464 \cdot 0{,}15\ m = 69{,}6\ kN/m < 99{,}5\ kN/m = v_{Ed}$

  $\rightarrow$ Es ist **Querkraftbewehrung** erforderlich.

  $\rightarrow$ Innerer Hebelarm $z = 0{,}9 \cdot d = 0{,}9 \cdot 15\ cm = 13{,}5\ cm$
  und $z = d - c_{v,l} - c_{v,l}^{*} = 15 - 2{,}0 - 2{,}0 = 11$ cm (maßgebend)

- Aufzunehmende Schubkraft in der Fuge:

  $v_{Ed,Fuge} = \frac{F_{cdj}}{F_{cd}} \cdot \frac{v_{Ed}}{z} = 1{,}0 \cdot \frac{99{,}5\ kN/m}{0{,}11\ m} = 905\ \frac{kN}{m}/m$ (pro m Spannrichtung und pro m Plattenbreite)

- Aufnehmbare Schubkraft in der Fuge ohne Verbundbewehrung nach Tabelle 3.3 (Annahme: raue Fuge):

  $v_{Rd,ct,Fuge} = 400 \cdot \frac{kN}{m}\ /\ m < 905\ \frac{kN}{m}\ /\ m = v_{Ed,Fuge}$

  $\rightarrow$ Ohne Verbundbewehrung/Querkraftbewehrung ist die einwirkende Schubkraft nicht aufnehmbar.

- Ermittlung der Verbund-/Querkraftbewehrung:

Da Querkraftbewehrung erforderlich ist, dürfen die Gitterträger keinen größeren Abstand als s_T = 40 cm haben (siehe Abschnitt 4.2.3.1).

1.) Zunächst wird der Standard-Gitterträger KT 812, Diagonale Ø 6 mm mit s_T = 40 cm gewählt. Nach Tabelle 3.4 beträgt die von dieser Gitterträgeranordnung aufnehmbare Schubkraft in der Fuge

$$\text{aufn } v_{Ed,Fuge,\ KT\ 812} = \frac{\text{Tab.} - \text{Wert}}{s_T\ [\text{m}]} + v_{Rd,ct,Fuge} = \frac{131}{0{,}40\text{m}} + 400 = 727\ \frac{\text{kN}}{\text{m}}\ /\text{m}.$$

- Daraus ergibt sich eine Schubkraftdifferenz von

$$\Delta\ v_{Ed,Fuge,\ KTS} = 905 - 727 = 178\ \frac{\text{kN}}{\text{m}}\ /\text{m},$$

die von zusätzlich anzuordnenden KT S-Gitterträgern aufgenommen werden muss.

2.) Zusätzliche Schub-Gitterträger KT S 12, Diag./Vert. Ø 7 mm nach Tabelle 3.6:

$$\text{erf } s_T\ [\text{m}] = \frac{\text{Tab.} - \text{Wert}}{\Delta v_{Ed,Fuge,KTS}} = \frac{301}{178} = 1{,}69\ \text{m}$$

gew.: s_T = 0,80 m

- Anmerkung zur Verteilung/Anordnung von unterschiedlichen Gitterträgern:

Grundsätzlich ist eine etwa gleichmäßige Verteilung der Verbund-/Querkraftbewehrung vorzunehmen. In Anlehnung an die Auslegung zur gleichmäßigen Verteilung der Biegezugbewehrung nach DIN 1045, Ausgabe 1988 kann aber folgende Empfehlung gegeben werden:

Eine gleichmäßige Verteilung von Verbund-/Querkraftbewehrung liegt dann vor, wenn mindestens die Hälfte der erforderlichen Bewehrung mit dem zulässigen Höchstabstand und die restliche Bewehrung mit dem zweifachen zulässigen Höchstabstand angeordnet werden.

Beim zuvor berechneten Beispiel sind diese Bedingungen erfüllt.

- Nachweis der maximal aufnehmbaren Schubkraft (Tabelle 3.8):

$$v_{Rd,max,Fuge} = 2800 \cdot \frac{kN/m}{m} > 905 \frac{kN/m}{m} = v_{Ed,Fuge}$$

- Nachweis der maximal aufnehmbaren Querkraft $v_{Rd,max}$:

  Um möglichst schnell den Nachweis zu führen, wird ungünstigerweise der größtmögliche $\cot\vartheta$-Wert = 3,0 angenommen und mit Hilfe der Tabelle 3.8 $v_{Rd,max}$ berechnet:

  $v_{Rd,max} = 983 \cdot 0{,}11$ m
  $= 108{,}1$ kN/m > 99,5 kN/m = v_{Ed}

  Damit ist der Nachweis erbracht.

Beispiel 3:

Gegeben: Kaiser-Omnia-Plattendecke als Balkonplatte, wobei die Gitterträger rechtwinklig zur Spannrichtung (Kragrichtung) angeordnet werden

Deckendicke	$h = 20$ cm
Verlegemaß	$c_{v,l} = 3{,}5$ cm
statische Höhe	$d = 16$ cm
Bemessungsquerkraft	$v_{Ed} = 38{,}2$ kN/m
Biegezugbewehrung	Ø 10/12,5 cm (6,3 cm²/m)
Beton C 20/25	

Gesucht: Nachweis der Verbundfuge Fertigplatte/Ortbeton

- Ist Querkraftbewehrung erforderlich?

  Aufnehmbare Querkraft $v_{Rd,ct}$ ohne Querkraftbewehrung nach Tabelle 3.1:

  Mit $\rho_l = \frac{a_{sl}}{d} = \frac{6{,}3\ \text{cm}^2/\text{m}}{16\ \text{cm}} = 0{,}39\ \%$ ist

  $v_{Rd,ct} = 396 \cdot d\ [\text{m}] = 396 \cdot 0{,}16\ \text{m} = 63{,}4\ \text{kN/m} > 38{,}2\ \text{kN/m} = v_{Ed}$

  $\rightarrow$ Es ist **keine Querkraftbewehrung** erforderlich.

  $\rightarrow$ Innerer Hebelarm $z = 0{,}9 \cdot d = 0{,}9 \cdot 16\ \text{cm} = 14{,}4\ \text{cm}$

- Aufzunehmende Schubkraft in der Fuge:

  $v_{Ed,Fuge} = \frac{F_{cdj}}{F_{cd}} \cdot \frac{v_{Ed}}{z} = 1{,}0 \cdot \frac{38{,}2\ \text{kN/m}}{0{,}144\ \text{m}} = 265\ \frac{\text{kN}}{\text{m}}$/m (pro m Spannrichtung und pro m Plattenbreite)

- Aufnehmbare Schubkraft in der Fuge ohne Verbundbewehrung nach Tabelle 3.3 (Annahme: glatte Fuge):

  $v_{Rd,ct,Fuge} = 166 \cdot \frac{\text{kN/m}}{\text{m}} < 265\ \frac{\text{kN/m}}{\text{m}} = v_{Ed,Fuge}$

  $\rightarrow$ Ohne Verbundbewehrung ist die einwirkende Schubkraft nicht aufnehmbar.

- Ermittlung der Verbundbewehrung nach Tabelle 3.10:

  gew: Gitterträger KT 811 mit Diagonalen Ø 6 mm

  erf $s_T = \frac{105}{265-166} = 1{,}06$ m; gew.: $s_T \leq 2 \cdot h = 2 \cdot 20$ cm

  $\leq$ 40 cm (siehe Abschnitt 4.2.3.1)

- Nachweis für $v_{Rd,max,Fuge}$ (Tabelle 3.8):

  $v_{Rd,max,,Fuge} = 1133 \cdot \frac{kN/m}{m} > 265 \frac{kN/m}{m} = v_{Ed,\ Fuge}$

- Nachweis der maximal aufnehmbaren Querkraft $v_{Rd,max}$:

  Wenn – wie im vorliegenden Beispiel – keine Querkraftbewehrung erforderlich ist, ist der Nachweis $v_{Rd,max} \geq v_{Ed}$ immer erfüllt.

EDV-Bemessungsprogramm

Für den Querkraft- und Verbundnachweis steht unter www.baustahlgewebe.com [33] ein umfassendes Bemessungsprogramm online und kostenlos zur Verfügung. Es berücksichtigt auch die Regelungen für die Abstände der Gitterträger. Die einzelnen Bemessungsschritte werden ausführlich aufgezeigt.

3.2.3 Bemessung für Durchstanzen

Flachdecken können grundsätzlich auch in der Bauweise Teilfertigdecken hergestellt werden. Die Planung erfordert hinsichtlich der konstruktiven Durchbildung (z.B. Einteilung der Fertigplatten, Bewehrungsführung) besondere Aufmerksamkeit, vor allem im Durchstanzbereich. Nachdem das Deutsche Institut für Bautechnik, Berlin in [9] und der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton, Berlin in [10] die grundsätzliche Anwendbarkeit von Teilfertigdecken bestätigt haben, wurde diese Frage auch durch Versuche an der FMPA Stuttgart im Jahr 1996 [11] positiv beantwortet. Danach verhalten sich „Flachdecken aus Halbfertigteilen mit Ortbeton bei Verwendung von Gitterträgern nicht schlechter als entsprechende Ortbetonplatten“. Das gilt auch für den Durchstanzbereich, und zwar auch dann, wenn eine Durchstanzbewehrung erforderlich wird. Hier zeigten die Versuche an Platten, in denen KT S-Gitterträger allein als Durchstanzbewehrung angeordnet waren, sehr gute Ergebnisse. Diese Ergebnisse führten zur Erteilung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung [4] für den KT S-Gitterträger als Durchstanzbewehrung bei punktförmig gestützten Platten.

Eine Weiterentwicklung ist der Querkraft-Gitterträger KTP. Gegenüber dem KTS-Schub-Gitterträger erweitert er den Anwendungsbereich vor allem als Durchstanzbewehrung. In umfangreichen Versuchen an der RWTH Aachen in den Jahren 2006 und 2007 wurde seine besondere Eignung hierfür nachgewiesen [31], [32], [34]. Gleichzeitig wurde das Ziel, eine möglichst einfache Verlegung der anderen (Biegezug-)Bewehrungen im Betonfertigteilwerk und auf der Baustelle auszuführen, erreicht. Nähere Einzelheiten zur Anwendung des KTP-Gitterträgers sind der bauaufsichtlichen Zulassung [5], der Veröffentlichung [34] und den folgenden Abschnitten dieses Handbuches zu entnehmen.

Hinsichtlich des Nachweises der Sicherheit gegenüber Durchstanzen (DIN 1045-1, Abschn. 10.5) sind dafür grundsätzlich zwei Nachweise zu führen:

1.) Nachweis der Sicherheit gegen Durchstanzen wie bei einer reinen Ortbetonplatte

2.) Nachweis der Schubkraftaufnahme in der Fuge Fertigplatte/Ortbeton

3.2.3.1 Durchstanznachweis bei Verwendung von KTS- und KTP-Gitterträgern

Der Nachweis erfolgt nach DIN 1045-1, Abschn. 10.5 in Verbindung mit den Zulassungen für die Gitterträger KTS [4] und KTP [5]. Die wichtigsten Punkte des Verfahrens werden nachfolgend wiedergegeben. Platten mit Durchstanzbewehrung müssen mindestens 20 cm dick sein (DIN 1045-1, Abschn. 13.3.1).

a) Aufzunehmende Querkraft in einem betrachteten Nachweisschnitt

$$v_{Ed} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u} \text{ [kN/m]}$$

Dabei sind:

V_{Ed} der Bemessungswert der gesamten aufzunehmenden Querkraft [kN]
(= Auflagerkraft aus der Deckenbelastung, ggf. abzüglich der Deckenbelastung, die innerhalb des betrachteten Rundschnitts wirkt)

u der Umfang [m] des betrachteten Rundschnitts nach Bild 45, DIN 1045-1

β Beiwert nach Bild 44, DIN 1045-1 für unverschiebliche Systeme

b) Platten ohne Durchstanzbewehrung

Keine Durchstanzbewehrung ist erforderlich, wenn $v_{Ed} \leq v_{Rd,ct}$ ist mit

$$v_{Rd,ct} = 0{,}14 \cdot \kappa \cdot \sqrt[3]{\rho_l[\%] \cdot f_{ck}} \cdot d$$

Dabei sind:

$$\kappa = 1 + \sqrt{\frac{20}{d[cm]}} \leq 2{,}0$$

$d = (d_x + d_y)/2$ [cm] = mittlere statische Höhe der oberen Biegezugbewehrungen a_{sx} und a_{sy}

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}} \text{ [\%]} \leq 47{,}1 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \text{ [\%]} \leq 2{,}0 \text{ \%} \qquad [4], [5]$$

= mittlerer Bewehrungsgrad der oberen Biegezugbewehrungen a_{sx} und a_{sy} innerhalb des betrachteten Rundschnitts mit

$$\rho_{lx} = \frac{a_{sx}[cm^2/m]}{d_x\,[cm]} \text{ [\%] und } \rho_{ly} = \frac{a_{sy}[cm^2/m]}{d_y\,[cm]} \text{ [\%]}$$

$v_{Rd,ct}$ wird **im kritischen Rundschnitt** berechnet und mit der dort wirkenden Querkraft v_{Ed} [kN/m] verglichen. Der kritische Rundschnitt wird im allgemeinen in einer Entfernung von 1,5 · d vom Stützenrand geführt (DIN 1045-1, Abschn. 10.5.2).

c) Maximale Querkrafttragfähigkeit $v_{Rd,max}$

Die maximale Querkrafttragfähigkeit $v_{Rd,max}$ wird auf $v_{Rd,ct}$ im kritischen Rundschnitt bezogen. Sie beträgt bei der Verwendung von

KTS-Gitterträgern:

$v_{Rd,max} = 1{,}25 \cdot v_{Rd,ct} \geq v_{Ed}$.

KTP-Gitterträgern:

$v_{Rd,max} = 1{,}6 \cdot v_{Rd,ct} \geq v_{Ed}$.

Ist die einwirkende Querkraft v_{Ed} im kritischen Rundschnitt größer als $v_{Rd,max}$, sind die Gitterträger als Durchstanzbewehrung nicht einsetzbar.

d) Gitterträger KTS als Durchstanzbewehrung

Wenn im kritischen Rundschnitt die einwirkende Querkraft v_{Ed} zwischen den Grenzwerten $> v_{Rd,ct}$ und $\leq 1{,}25 \cdot v_{Rd,ct}$ liegt, ist für definierte Rundschnitte (Bild 45, DIN 1045-1) mit den jeweiligen Umfängen u_i Durchstanzbewehrung nachzuweisen. Vereinfachend werden von den KTS-Gitterträgern überall nur die Vertikalstäbe als Durchstanzbewehrung genutzt, weil die Diagonalen bei tangentialem Verlauf zur Stütze nicht in Rechnung gestellt werden dürfen [4]. Lediglich für die Einhaltung der Abstandsregeln in radialer Richtung werden auch die Diagonalen herangezogen.

Die **1. Bewehrungsreihe** wird in einem Abstand von **0,5 · d** vom Stützenrand angeordnet. Die Summe der in diesem Rundschnitt u_1 erforderlichen Durchstanzbewehrung beträgt nach DIN 1045-1, Abschn. 10.5.5 und [4] einschließlich einiger Umformungen

$$\text{erf } A_{s1,Vert} = \frac{\beta \cdot V_{Ed} - v_{Rd,ct} \cdot u_1}{\kappa_s \cdot f_{yd}} \text{ [cm²]}$$

mit $v_{Rd,ct}$ im kritischen Rundschnitt

κ_s = 0,7 für d $\leq$ 40 cm

= 1,0 für d $\geq$ 80 cm, sonst Interpolation

f_{yd} = 36,5 kN/cm²

Alle weiteren Bewehrungsreihen folgen in einem Abstand von $s_w = 0{,}75 \cdot d$ von der 1. Bewehrungsreihe bzw. untereinander. Für diese Bewehrungsreihen mit den Umfängen u_i (i = 2,3 ....n) beträgt die Summe der erforderlichen Durchstanzbewehrung jeweils

$$\text{erf } A_{si,Vert} = \frac{0{,}75 \cdot (\beta \cdot V_{Ed} - v_{Rd,ct} \cdot u_i)}{\kappa_s \cdot f_{yd}} \quad [\text{cm}^2]$$

Außerdem muss in jedem Rundschnitt eine Mindest-Durchstanzbewehrung vorhanden sein von

$\min A_{si,Vert} = \rho \cdot 0{,}75 \cdot d \cdot u_i$ [cm²]

mit ρ nach Tab. 29, DIN 1045-1

e) Gitterträger KTP als Durchstanzbewehrung

Der KTP-Gitterträger ist bis zu einer Querkraft von $v_{Ed} = 1{,}6 \cdot v_{Rd,ct}$ als Durchstanzbewehrung anwendbar [5]. Die Querkraft v_{Ed} infolge der Stützenlast V_{ed} einschließlich des Beiwertes β wird wie üblich im kritischen Rundschnitt in einer Entfernung von 1,5 · d vom Stützenrand berechnet. Abweichend von DIN 1045-1:2008 befindet sich der erste Nachweisschnitt jedoch bei 1,0 · d vom Rand der Stütze. Alle Vertikalen und Diagonalen können als vorhandene Bewehrung herangezogen werden, soweit ihre Schwerpunkte innerhalb des 1,0 · d-Bereiches liegen. Das gilt auch für die Diagonalen der tangential zur Stütze verlaufenden Gitterträger mit effektiven Stahlquerschnitten $A_{eff} = \kappa_s \cdot \sin \alpha \cdot A_s$. Alle Vertikal- und Diagonalstäbe können mit einer Bemessungsspannung von f_{yd} = 43,5 kN/cm³ berechnet werden.

Abweichungen zu den Regelungen nach DIN 1045-1:2008 gibt es weiterhin bei der Anrechenbarkeit des Betontraganteils $v_{Rd,ct}$ und beim Beiwert κ_s zur Berücksichtigung des Einflusses der Bauteilhöhe. Für die erforderliche effektive Fläche der Durchstanzbewehrung innerhalb des Bereiches 1,0 · d vom Stützenrand gilt:

$$\text{erf } A_{eff,1} = \frac{\beta \cdot V_{Ed} - 0{,}75 \cdot v_{Rd,ct} \cdot u_{0,5 \cdot d}}{f_{yd}}$$

Dabei sind die ersten Stäbe wie gewöhnlich im Abstand 0,35 · d bis 0,5 · d vom Stützenrand anzuordnen. Einzelne Stäbe dürfen von den theoretischen Schnittlinien um bis zu 0,2 · d abweichen.

Die Berechnung der tatsächlichen Stahlquerschnitte A_s aus den effektiven Stahlquerschnitten A_{eff} erfolgt nach Tabelle 2 der KTP-Zulassung [5]. Der darin enthaltene κ_s-Wert weicht von DIN 1045-1 ab und wird ermittelt mit

$$\kappa_s = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{d - 20}{15} \geq 0{,}7 \leq 1{,}0 \qquad \text{mit d in [m]}$$

Die Nachweise für die KTP-Durchstanzbewehrung erfolgen getrennt für die radialen und tangentialen Beanspruchungsbereiche. Die Grenzlinien verlaufen unter 45 °, ausgehend von den Stützenecken bzw. vom Mittelpunkt der Rundstützen.

f) Wann wird die Durchstanzbewehrung nicht mehr benötigt?

In jedem weiteren Schnitt wird die Querkraftbeanspruchung v_{Ed} [kN/m] wegen der zunehmenden Umfangslänge u_i kleiner. Ab einer bestimmten Größe ist keine Durchstanzbewehrung mehr erforderlich. Die letzte Reihe / der letzte Umfangsschnitt mit Durchstanzbewehrung liegt nach DIN 1045-1, Abschn. 10.5.5 dann vor, wenn in einem weiteren Schnitt mit einem Abstand von 1,5 · d (äußerer Rundschnitt u_a) die einwirkende Plattenquerkraft

$v'_{Ed} \leq v_{Rd,ct,a} = \kappa_a \cdot v_{Rd,ct}$ ist.

Dabei sind

$v_{Rd,ct}$ Tragfähigkeit ohne Durchstanzbewehrung nach Gleichung unter b) mit ρ_1 im äußeren Rundschnitt

$\kappa_a = 1 - \frac{0{,}29 \cdot l_w}{3{,}5 \cdot d} \geq 0{,}71$ mit l_w = Abstand zwischen Stützenrand und letzter Durchstanzbewehrung

$v'_{Ed} = \frac{\beta \cdot V_{Ed} - (g_d + q_d) \cdot A_a}{u_a}$ mit A_a = Fläche innerhalb u_a

g) Anordnung der Durchstanzbewehrung, Abstandsregelungen

Die KTS- bzw. KTP-Gitterträger werden einheitlich in einer Richtung angeordnet, und zwar parallel zu den ebenfalls vorhandenen KT 800-Gitterträgern, die selbst nicht als Durchstanzbewehrung genutzt werden können.

Es sind mindestens zwei Bewehrungsreihen mit Durchstanzbewehrung anzuordnen, auch wenn rechnerisch nur eine Reihe erforderlich sein sollte (DIN 1045-1, Abschn. 13.3.3 (7)).

In radialer Richtung von der Stütze aus sind die Abstände der Bewehrungsreihen mit den Abständen der Rundschnitte gegeben. Dabei dürfen einzelne Stäbe von der theoretischen Schnittlinie um bis zu 0,2 · d abweichen. Die erste Stabreihe ist in einem Abstand von 0,35 · d bis 0,5 · d vom Stützenrand anzuordnen.

In tangentialer Richtung (Umfangsrichtung) dürfen die Vertikalstäbe der KTS-Gitterträger in den einzelnen Rundschnitten keinen größeren Abstand als 1,5 · d haben (Bild 72 a, DIN 1045-1), während für die Abstände der KTP-Gitterträgerreihen die Regelungen nach der Zulassung [5] gelten.

h) Anordnung der Längsbewehrungen in Bezug zu den KTS- bzw. KTP-Gitterträgern

Nach [4] sind die oberen und unteren Längsbewehrungen, die in Richtung der KTS-Gitterträger verlaufen, auf gleicher Höhe wie die Ober- bzw. Untergurte der Gitterträger zu verlegen. Die rechtwinklig dazu angeordneten Längsbewehrungen können auf den Obergurten bzw. unter den Untergurten eingebaut werden.

Bei Anwendung der KTP-Gitterträger [5] kann von dieser Regelung abgewichen werden. Die Bewehrungsstäbe beider Richtungen dürfen auf die Obergurte gelegt werden, wenn je Bewehrungsrichtung nur eine Lage verlegt wird und der Stabdurchmesser der Biegewehrung nicht größer ist als 20 mm. Dabei darf jedoch die anrechenbare statische Höhe die 1,1-fache KTP-Gitterträgerhöhe nicht überschreiten.

3.2.3.2 Verbundnachweis im Durchstanzbereich

Unabhängig vom Durchstanznachweis ist stets der Verbundnachweis zu führen. Hierfür können als Verbundbewehrung sowohl die KTS- bzw. KTP-Gitterträger als auch die ebenfalls vorhandenen KT 800-Gitterträger verwendet werden. Im engeren Durchstanzbereich selbst wird jedoch auf die Anrechenbarkeit der KT 800-Gitterträger verzichtet. Durchstanzbewehrung und Verbundbewehrung brauchen nicht addiert werden; der größere Wert von beiden ist allein maßgebend.

a) Verbundnachweis bei erforderlicher Durchstanzbewehrung

Der Nachweis wird im Prinzip nach Abschnitt 3.2.2.3 ff dieses technischen Handbuches durchgeführt. Dabei ist Folgendes zu beachten:

- Die Schubkraftübertragung in der Verbundfuge ist für die gesamte einwirkende Querkraft $\beta \cdot V_{Ed}$ [kN] ohne Abzug des Betontraganteils $v_{Rd,ct}$ nachzuweisen.

- Maßgebend für den Verbundnachweis ist zunächst die im kritischen Rundschnitt ermittelte Querkraft v_{Ed} [kN/m].

- In weiteren Nachweisschnitten nimmt die einwirkende Plattenquerkraft v_{Ed} [kN/m] stark ab.

- Für den Hebelarm z der inneren Kräfte sind – solange Durchstanzbewehrung erforderlich ist – folgende Bedingungen anzusetzen:

$z \leq 0{,}9 \cdot d$ und
$\leq d - c_{v,l} - c_{v,l}{}^*$ mit $c_{v,l}{}^* = c_{v,l}$
$\leq 3{,}0$ cm

Der kleinere von beiden Werten ist maßgebend. Dabei ist $c_{v,l}$ das Verlegemaß der Längsbewehrung in der Biegedruckzone (DIN 1045-1, Abschn. 10.3.4).

- Bei größeren Deckendicken kann ggf. die aufzunehmende Schubkraft in der Verbundfuge durch Berücksichtigung des Verhältnisses F_{cdj}:F_{cd} abgemindert werden.

- Die Oberfläche der Fertigplatte sollte rau sein.

b) Verbundnachweis, wenn keine Durchstanzbewehrung erforderlich ist

Der Nachweis erfolgt wie unter a) einschließlich des Erhöhungsfaktors β. Auch wenn keine Durchstanzbewehrung erforderlich ist, muss ggf. ein Nachweis für Querkraftbewehrung geführt werden. Es sind also zwei Fälle zu unterscheiden, für die kein gesonderter Nachweis für $v_{Rd,max,Querkraft}$ notwendig ist, weil die vorhandene Querkraft unterhalb der zulässigen Werte $1{,}25 \cdot v_{Rd,ct,\ Durchstanzen}$ bzw. $1{,}6 \cdot v_{Rd,ct,Durchstanzen}$ liegt.

1.) $v_{Ed} \leq v_{Rd,ct,Durchstanzen} = 0{,}14 \cdot \kappa \cdot \sqrt[3]{\rho_l[\%] \cdot f_{ck}} \cdot d$

$> v_{Rd,ct,Querkraft} = 0{,}10 \cdot \kappa \sqrt[3]{\rho_l[\%] \cdot f_{ck}} \cdot d$

Die KTS- bzw. KTP-Gitterträger sind als Querkraft- und Verbundbewehrungen nachzuweisen.

2.) $v_{Ed} \leq v_{Rd,ct,Querkraft} = 0{,}10 \cdot \kappa \sqrt[3]{\rho_l[\%] \cdot f_{ck}} \cdot d$

Die KTS- bzw. KTP-Gitterträger sind nur als Verbundbewehrungen nachzuweisen.

3.2.3.3 Beispiel, EDV-Programm

Wegen der rechnerisch aufwändigen und verschachtelten Durchstanz- und Verbundnachweise wird von einem durchgerechneten Beispiel Abstand genommen.

Für den gesamten Komplex steht ein umfassendes EDV-Programm online unter

www.baustahlgewebe.com

kostenlos zur Verfügung [33]. Es beinhaltet als Unterstützungen Rechteck- und Rundstützen jeweils in Innen-, Rand- und Ecklagen sowie Wandecken und –enden. Das Programm liefert Verbundnachweise sowohl bei Überschreiten der Durchstanztragfähigkeit der Gitterträger als auch für die Fälle, in denen eine Durchstanzbewehrung noch nicht notwendig ist. Daneben wird auf eine sinnvolle konstruktive Bewehrungsführung Wert gelegt.

3.2.4 Bemessung für dynamische Belastung

Die Kaiser-Omnia-Plattendecke ist grundsätzlich auch bei nicht vorwiegend ruhender Verkehrs-belastung einsetzbar, also z. B. auch im Brückenbau. Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Gitterträger müssen für dynamische Belastung zugelassen sein. Das trifft für die Gitterträger KT 100 und KTS sowie für die Wand-Gitterträger KTW zu.
- Die KTS-Gitterträger müssen mindestens 10 cm hoch sein.
- Die Untergurtstäbe der Gitterträger dürfen nicht als Biegezugbewehrung angerechnet werden.
- Der Durchmesser der Biegezugbewehrung darf höchstens 16 mm sein. Sie darf nicht gestaffelt werden.
- Die Fertigplattendicke h_1 muss mindestens 6 cm betragen, im Brückenbau 8 cm.
- Die Oberfläche der Fertigplatte muss aufgeraut sein.
- Der Nachweis gegen Ermüdung ist nach DIN 1045-1, Abschnitt 10.8 zu führen.

Bemessung für Biegung

nter Beachtung der o. g. Punkte unterscheidet sich die Biegebemessung nicht von der Bemessung für reine Ortbetondecken bzw. für reine Ortbetonwände.

Bemessung für Querkraft

Für Decken ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung dürfen die Gitterträger als Verbundbewehrung nur dann angeordnet werden, wenn die Berechnungen der Verbund-bewehrung und der Stahlspannungsamplitude (Nachweis gegen Ermüdung) mit der Druck-strebenneigung $\Theta = 45°$ ($\cot \Theta = 1{,}0$) erfolgen. Darüber hinaus müssen in diesem Fall die lichten Abstände zwischen dem GT-Untergurt und der Fertigteiloberfläche mindestens 3 cm und zwischen der Fertigteiloberfläche und dem GT-Obergurt mindestens 5 cm (KTS-GT) bzw. 3,5 cm (KT 100-GT) betragen (siehe Zulassungen). Diese Regelung kann zu unwirtschaftlichen Ergebnissen führen. Alternativ hierzu besteht jedoch die Möglichkeit, die Gitterträger nach den Regeln für Querkraftbewehrung anzuordnen (Höhe, Abstand) und beim Nachweis gegen Ermüdung für $\cot \Theta$ den Wert 3,0 einzusetzen

Für die Berechnung der Verbund- und Querkraftbewehrung sind grundsätzlich zwei Nachweise erforderlich:

1.

Für die gesamte einwirkende Bemessungs-Querkraft v_{Ed} (statischer und dynamischer Anteil) ist der Verbund- und Querkraftnachweis zu führen. Dabei darf bei der Verbundbemessung der Traganteil des Haftverbundes nicht angesetzt werden ($v_{Rd,ct,\ Fuge} = 0$). Weiterhin darf die maximal einwirkende Querkraft den Wert $0{,}5 \cdot v_{Rd,\ max}$ nicht überschreiten (mit $v_{Rd,\ max}$ nach Zulassungen), und die Neigung der Diagonalen muss $\alpha \geq 45°$ sein. Die Bemessung kann am besten mit Hilfe des EDV-Programms „Querkraft-/Verbundnachweis DIN 1045-1:2008“ online erfolgen.

2.

Für die Diagonalen/Vertikalen der Gitterträger ist darüber hinaus der Nachweis gegen Ermüdung zu führen (Schwingungsspannungsbreite). Der Nachweis gegen Ermüdung kann in Anlehnung an DIN 1045-1, Abschnitt 10.8.3 vorgenommen werden. Danach beträgt die Schwingungsspannungsbreite

$$\max\ \Delta\sigma_s = \frac{\Delta\sigma_{Rsk}\left(N^*\right)}{1{,}15}$$

$$\max\ \Delta\sigma_{Rsk} = (N^* = 2\ \ 10^6) = 92\ \text{N/mm}^2$$

(KTS, KT 100– und KTW-Zulassungen)

$$\max\ \Delta\sigma_s = \frac{92\ \text{N/mm}^2}{1{,}15} = 80\ \text{N/mm}^2$$

Dieser Spannungswert muss unter **Gebrauchslasten**, also bei $\gamma_F = 1{,}0$, eingehalten werden.

Die Berechnung der vorhandenen Schwingungsspannungsbreite erfolgt unter Gebrauchslasten mit einer verminderten Druckstrebenneigung $\tan\theta_{fat} = \sqrt{\tan\theta}$, wobei θ der Druckstrebenwinkel unter **Bemessungslasten** ist.

a) Gitterträger verlaufen in Richtung des Querkraftverlaufs

Nach DIN 1045-1, Gl. (75) und Gl. (77) sowie mit $\cot\theta_{fat}$ = ...= $\sqrt{\cot\theta}$ wird der von der vorhandenen Diagonalen-/Vertikalenbewehrung vorh a_{sw} aufnehmbare dynamische Querkraftanteil unter **Gebrauchslasten**

für die Gitterträger KT 100 und KTW

aufn $\Delta v_{Ed,fat}$ [kN/m] = vorh a_{sw} [cm²/m²] · 8,0 [kN/cm²] · z [m] · ($\sqrt{\cot\theta}$ + cot α) ·sinα (1a)

mit vorh a_{sw} = $\dfrac{\pi \cdot d_s^{\,2}\ [cm^2]}{2 \cdot s_D [m] \cdot s_T\ [m]}$

s_T = GT-Abstand

s_D = 0,20 m (KT 100)
= 0,30m (KTW)

für die Gitterträger KTS (Diagonalen + Vertikalen)

aufn $\Delta v_{Ed,fat}$ [kN/m]=½ ·vorh a_{sw} [cm²/m²]·8,0 [kN/cm²]·z [m]·[$\sqrt{\cot\theta}$ +($\sqrt{\cot\theta}$ +cot α)·sinα] (1b)

mit vorh a_{sw} = $\dfrac{\pi \cdot d_s^{\,2}\ [cm^2]}{0{,}20\,[m] \cdot s_T\ [m]}$

s_T = GT-Abstand

α = Neigungswinkel der Diagonalen

Für die erforderliche Diagonalen-/Vertikalenbewehrung gilt

für die Gitterträger KT 100 und KTW

erf a_{sw} [cm²/m²] = $\dfrac{\text{vorh } \Delta v_{Ed,fat}\ [kN/m]}{8{,}0\,[kN/cm^2] \cdot z\,[m] \cdot (\sqrt{\cot\theta} + \cot\alpha) \cdot \sin\alpha}$ (2a)

für die Gitterträger KTS (Diagonalen + Vertikalen)

erf a_{sw} [cm²/m²] = $\dfrac{2 \cdot \text{vorh } \Delta v_{Ed,fat}\ [kN/m]}{8{,}0\,[kN/cm^2] \cdot z\,[m] \cdot [\sqrt{\cot\theta} + (\sqrt{\cot\theta} + \cot\alpha) \cdot \sin\alpha]}$ (2b)

mit α = Neigungswinkel der Diagonalen

Außer nach den Gleichungen (1a) bis (2b) kann die praktische Berechnung am besten mit Hilfe der Tabelle 3.13 (KT 100), der Tabelle 3.14 (KTS) und der Tabelle 3.15 (KTW 200) erfolgen.

b) Gitterträger verlaufen quer zum Querkraftverlauf

Nach DIN 1045-1, Gl. (75) sowie mit $\cot\theta_{fat}$ = ...= $\sqrt{\cot\theta}$ wird der von der vorhandenen Diagonalen-/Vertikalenbewehrung vorh a_{sw} aufnehmbare dynamische Querkraftanteil unter **Gebrauchslasten**

für die Gitterträger KT 100 und KTW (alle Diagonalen)

$$\text{aufn } \Delta v_{Ed,fat}\,[\text{kN/m}] = \text{vorh } a_{sw}\,[\text{cm}^2/\text{m}^2] \cdot 8{,}0\,[\text{kN/cm}^2] \cdot z\,[\text{m}] \cdot \sqrt{\cot\theta} \cdot \sin\alpha \qquad (3a)$$

$$\text{mit vorh } a_{sw} = \frac{\pi \cdot d_s^{\,2}\,[\text{cm}^2]}{s_D\,[\text{m}] \cdot s_T\,[\text{m}]}$$

α = Neigungswinkel der Diagonalen

s_T = GT-Abstand

s_D = 0,20 m (KT 100)

= 0,30m (KTW)

für die Gitterträger KTS (Diagonalen + Vertikalen)

$$\text{aufn } \Delta v_{Ed,fat}\,[\text{kN/m}] = \tfrac{1}{2} \cdot \text{vorh } a_{sw}\,[\text{cm}^2/\text{m}^2] \cdot 8{,}0\,[\text{kN/cm}^2] \cdot z[\text{m}] \cdot \sqrt{\cot\theta} \cdot (1+\sin\alpha) \qquad (3b)$$

$$\text{mit vorh } a_{sw} = \frac{\pi \cdot d_s^{\,2}\,[\text{cm}^2]}{0{,}20\,[\text{m}] \cdot s_T\,[\text{m}]}$$

s_T = GT-Abstand

α = Neigungswinkel der Diagonalen

Für die erforderliche Diagonalen-/Vertikalbewehrung gilt

für die Gitterträger KT 100 und KTW (alle Diagonalen)

$$\text{erf } a_{sw}\ [cm^2/m^2] = \frac{\text{vorh } \Delta v_{Ed,fat}\ [kN/m]}{8{,}0\ [kN/cm^2] \cdot z\ [m] \cdot \sqrt{\cot\theta} \cdot \sin\alpha} \qquad (4a)$$

für die Gitterträger KTS (Diagonalen + Vertikalen)

$$\text{erf } a_{sw}\ [cm^2/m^2] = \frac{2 \cdot \text{vorh } \Delta v_{Ed,fat}\ [kN/m]}{8{,}0\ [kN/cm^2] \cdot z\ [m] \cdot \sqrt{\cot\theta} \cdot (1+\sin\alpha)]} \qquad (4b)$$

mit α = Neigungswinkel der Diagonalen

Außer nach den Gleichungen (3 a) bis (4 b) kann die praktische Berechnung am besten mit Hilfe der Tabelle 3.16 (KT 100), der Tabelle 3.17 (KTS) und der Tabelle 3.18 (KTW 200) erfolgen.

Trägertyp	Ø Dia [mm]	α [°]	cot θ										
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
KT 111	**7**	**45,0**	43,6	45,6	47,5	49,3	51,0	52,6	54,1	55,5	56,9	58,2	59,5
KT 112	**7**	**47,9**	43,5	45,7	47,7	49,6	51,3	53,0	54,6	56,1	57,5	58,9	60,2
KT 113	**7**	**50,9**	43,3	45,6	47,7	49.7	51,5	53,2	54,9	56,5	58,0	59,4	60,8
KT 114	**7**	**53,6**	43,1	45,4	47,6	49,6	51,5	53,5	55,0	56,7	58,2	59,8	61,2
KT 115	**8**	**56,0**	55,9	59,0	62,0	64,7	67,3	69,7	72,0	74,2	76,3	78,3	80,3
KT 116	**8**	**58,2**	55,4	58,7	61,7	64,5	67,1	69,6	71,9	74,2	76,3	78,4	80,4
KT 117	**8**	**60,1**	54,9	58,3	61,3	64,2	66,9	69,4	71,8	74,1	76,3	78,4	80,5
KT 118	**8**	**61,9**	54,4	57,8	60,9	63,8	66,6	69,1	71,6	73,9	76,2	78,3	80,4

$$\text{erf } s_T\,[\text{m}] \leq \frac{\text{Tab.} - \text{Wert} \cdot z\,[\text{m}]}{\text{vorh}\Delta v_{Ed,fat}\,[\text{kN/m}]}$$

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Tabelle 3.13: Erforderliche Abstände der KT 100-Gitterträger für den Ermüdungsnachweis bei Anordnung der KT 100-Gitterträger **in Richtung** des Querkraftverlaufs

Trägertyp	Ø Dia [mm]	α [°]	cot θ										
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
KTS 10 bis KTS 16	7	45,0 bis 45,8	74,4	79,5	84,1	88,4	92,5	96,3	99,9	103,4	106,7	109,9	113,0
	8		97,3	103,8	109,9	115,5	120,8	125,8	130,5	135,1	139,4	143,6	147,7
KTS 18 und KTS 20	7	49,5 bis 52,8	75,2	80,4	85,3	89,8	94,1	98,1	101,9	105,6	109,1	112,5	115,7
	8		98,2	105,1	111,4	117,4	123,0	128,2	133,2	137,9	142,5	146,9	151,2
KTS 22 und KTS 25	7	55,6 bis 59,3	73,4	78,8	83,8	88,4	92,8	96,9	100,8	104,5	108,1	111,6	114,9
	8		95,9	102,9	109,4	115,5	121,2	126,6	131,7	136,6	141,3	145,8	150,2
KTS 30	7	64,0	72,1	77,7	82,8	87,6	92,1	96,3	100,4	104,2	107,9	111,5	114,9
	8		94,2	101,5	108,2	114,5	120,3	125,9	131,1	136,2	141,0	145,7	150,2

$$\text{erf } s_T\,[\text{m}] \leq \frac{\text{Tab.} - \text{Wert} \cdot z\,[\text{m}]}{\text{vorh}\Delta v_{Ed,fat}\,[\text{kN/m}]}$$

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Tabelle 3.14: Erforderliche Abstände der KTS-Gitterträger für den Ermüdungsnachweis bei Anordnung der KTS-Gitterträger **in Richtung** des Querkraftverlaufs

Trägertyp	Ø Dia [mm]	α [°]	cot θ										
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
KTW 214 bis KTW 219	6	47,7 bis 54,9	21,2	22,3	23,3	24,3	25,2	26,0	26,8	27,6	28,4	29,1	29,8
KTW 220 bis KTW 224	6	56,1 bis 60,3	20,8	22,0	23,1	24,1	25,1	26,1	26,9	27,8	28,6	29,4	30,1
KTW 225 bis KTW 230	7	61,2 bis 65,0	27,6	29,3	30,9	32,4	33,8	35,1	36,4	37,6	38,7	39,9	40,9
KTW 231 bis KTW 240	7	65,7 bis 70,4	26,7	28,5	30,2	31,8	33,2	34,6	35,9	37,2	38,4	39,5	40,7

$$\text{erf } s_T\,[\text{m}] \leq \frac{\text{Tab.} - \text{Wert} \cdot z\,[\text{m}]}{\text{vorh}\Delta v_{Ed,fat}\,[\text{kN/m}]}$$

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Tabelle 3.15: Erforderliche Abstände der KTW 200-Gitterträger für den Ermüdungsnachweis bei Anordnung der KTW 200-Gitterträger **in Richtung** des Querkraftverlaufs

Trägertyp	Ø Dia [mm]	α [°]	cot θ										
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
KT 111	**7**	**45,0**	43,5	47,6	51,4	55,0	58,3	61,5	64,5	67,4	70,1	72,8	75,3
KT 112	**7**	**47,9**	45,5	49,9	53,8	57,6	61,1	64,4	67,5	70,5	73,4	76,2	78,8
KT 113	**7**	**50,9**	47,7	52,3	56,5	60,4	64,0	67,5	70,8	73,9	77,0	79,9	82,7
KT 114	**7**	**53,6**	49,8	54,6	58,9	63,0	66,8	70,4	73,9	77,2	80,3	83,4	86,3
KT 115	**8**	**56,0**	66,7	73,1	79,0	84,4	89,5	94,4	99,0	103,4	107,6	111,7,	115,6
KT 116	**8**	**58,2**	68,3	74,9	80,9	86,4	91,7	96,6	101,4	105,9	110,2	114,4	118,4
KT 117	**8**	**60,1**	69,7	76,4	82,5	88,2	93,5	98,6	103,4	108,0	112,4	116,6	120,7
KT 118	**8**	**61,9**	70,6	77,5	83,7	89,5	94,9	100,1	104,9	109,6	114,1	118,4	122,5

$$\text{erf } s_T\,[\text{m}] \leq \frac{\text{Tab.} - \text{Wert} \cdot z\,[\text{m}]}{\text{vorh}\Delta v_{Ed,fat}\,[\text{kN/m}]}$$

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Tabelle 3.16: Erforderliche Abstände der KT 100-Gitterträger für den Ermüdungsnachweis bei Anordnung der KT 100-Gitterträger **quer zur Richtung** des Querkraftverlaufs

Trägertyp	Ø Dia [mm]	α [°]	cot θ										
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
KTS 10 bis KTS 16	7	45,0 bis 45,8	52,7	57,8	62,4	66,7	70,7	74,6	78,2	81,7	85,0	88,2	91,3
	8		68,8	75,4	81,4	87,1	92,3	97,3	102,1	106,6	111,0	115,2	119,2
KTS 18 und KTS 20	7	49,5 bis 52,8	55,4	60,7	65,6	70,1	74,4	78,4	82,2	85,9	89,4	92,8	96,0
	8		72,4	79,3	85,6	91,5	97,1	102,3	107,3	112,1	116,7	121,1	125,3
KTS 22 und KTS 25	7	55,6 bis 59,3	56,8	62,2	67,2	71,8	76,2	80,3	84,2	87,9	91,5	95,0	98,3
	8		74,1	81,2	87,7	93,7	99,4	104,8	109,9	114,8	119,5	124,0	128,3
KTS 30	7	64,0	58,5	64,1	69,2	74,0	78,5	82,8	86,8	90,7	94,4	97,9	101,4
	8		76,4	83,7	90,4	96,6	102,5	108,0	113,3	118,3	123,2	127,8	132,3

$$\text{erf } s_T\,[\text{m}] \leq \frac{\text{Tab.} - \text{Wert} \cdot z\,[\text{m}]}{\text{vorh}\Delta v_{Ed,fat}\,[\text{kN/m}]}$$

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Tabelle 3.17: Erforderliche Abstände der KTS-Gitterträger für den Ermüdungsnachweis bei Anordnung der KTS-Gitterträger **quer zur Richtung** des Querkraftverlaufs

Trägertyp	Ø Dia [mm]	α [°]	cot θ										
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
KTW 214 bis KTW 219	6	47,7 bis 54,9	23,5	25,8	27,8	29,7	31,5	33,2	34,9	36,4	37,9	39,3	40,7
KTW 220 bis KTW 224	6	56,1 bis 60,3	25,6	28,1	30,3	32,4	34,4	36,2	38,0	39,7	41,3	42,8	44,4
KTW 225 bis KTW 230	7	61,2 bis 65,0	36,5	40,0	43,2	46,2	49,0	51,6	54,2	56,6	58,9	61,1	63,3
KTW 231 bis KTW 240	7	65,7 bis 70,4	38,2	41,8	45,2	48,3	51,2	54,0	56,6	59,1	61,5	63,9	66,1

$$\text{erf } s_T\,[\text{m}] \leq \frac{\text{Tab.} - \text{Wert} \cdot z\,[\text{m}]}{\text{vorh}\Delta v_{Ed,fat}\,[\text{kN/m}]}$$

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Tabelle 3.18: Erforderliche Abstände der KTW 200-Gitterträger für den Ermüdungsnachweis bei Anordnung der KTW 200-Gitterträger **quer zur Richtung** des Querkraftverlaufs

c) Beispiel

gegeben: Deckendicke h = 20 cm
statische Höhe d = 17 cm
innerer Hebelarm z = 13 cm
cot θ = 1,5 (aus Verbund-/Querkraftbemessung)
dynamischer Querkraftanteil unter Gebrauchslasten $\Delta v_{Ed,fat}$ = 15 kN/m
Gitterträger KT 114 mit a_{sw} = 3,85 cm²/m
α = 53,6°
s_T = 40,0 cm

gesucht: Querkraftbewehrung für Nachweis gegen Ermüdung

1) Berechnung nach Tabelle 3.13 (interpoliert):

$$\text{erf } s_T = \frac{48{,}6 \text{ kN/m} \cdot 0{,}13 \text{ m}}{15{,}0 \text{ kN/m}}$$

$$= 0{,}42 \text{ m} > 0{,}40 \text{ m} = \text{vorh } s_T$$

2) Berechnung nach Gleichung (1a)

$$\text{aufn } \Delta v_{Ed,fat} \text{ [kN/m]} = \frac{3{,}85 \text{ cm}^2/\text{m}}{0{,}40 \text{ m}} \cdot 8 \text{ kN/cm}^2 \cdot 0{,}13 \text{ m} \cdot (\sqrt{1{,}5} + \cot 53{,}6°) \cdot \sin 53{,}6°$$

$$= 15{,}8 \text{ kN/m} > 15{,}0 \text{ kN/m} = \text{vorh } \Delta v_{Ed,fat}$$

3) Berechnung nach Gleichung (2a):

$$\text{erf } a_{sw} = \frac{15 \text{ kN/m}}{8 \text{ kN/cm}^2 \cdot 0{,}13 \text{ m} \cdot (\sqrt{1{,}5} + \cot 53{,}6°) \cdot \sin 53{,}6°}$$

$$= 9{,}2 \text{ cm}^2/\text{m}^2$$

$$\text{vorh } a_{sw} = 3{,}85 \text{ cm}^2/\text{m} / 0{,}40 \text{ m}$$

$$= 9{,}6 \text{ cm}^2/\text{m}^2 > 9{,}2 \text{ cm}^2/\text{m}^2$$

4. Bewehrung und Konstruktion

4.1 Betondeckungen

Die Betondeckungen der Bewehrung werden wie für reine Ortbetondecken nach DIN 1045-1, Abschnitt 6.3 ermittelt. Unter Beachtung der Erläuterungen hierzu in [18] ergeben sich in den Stoß- und Fugenbereichen der Fertigplatten folgende Betondeckungen (Bild 4.1):

$c_{nom,1} = c_{min,1} + \Delta c_1 \geq 5\text{ mm} + 0\text{ mm} \geq d_{sl}$ [1)]

$c_{nom,2} = c_{min,2} + \Delta c_2 \geq 10\text{ mm} + 0\text{ mm} \geq 10\text{ mm}$

$c_{nom,F} = c_{nom}$

[1)] $c_{nom,l} \geq d_{sl}$ ist dann erforderlich, wenn der Längsstab d_{sl} im Bauzustand ausgenutzt wird.

Empfehlung: im Normalfall immer $c_{nom,l} \geq d_{sl}$

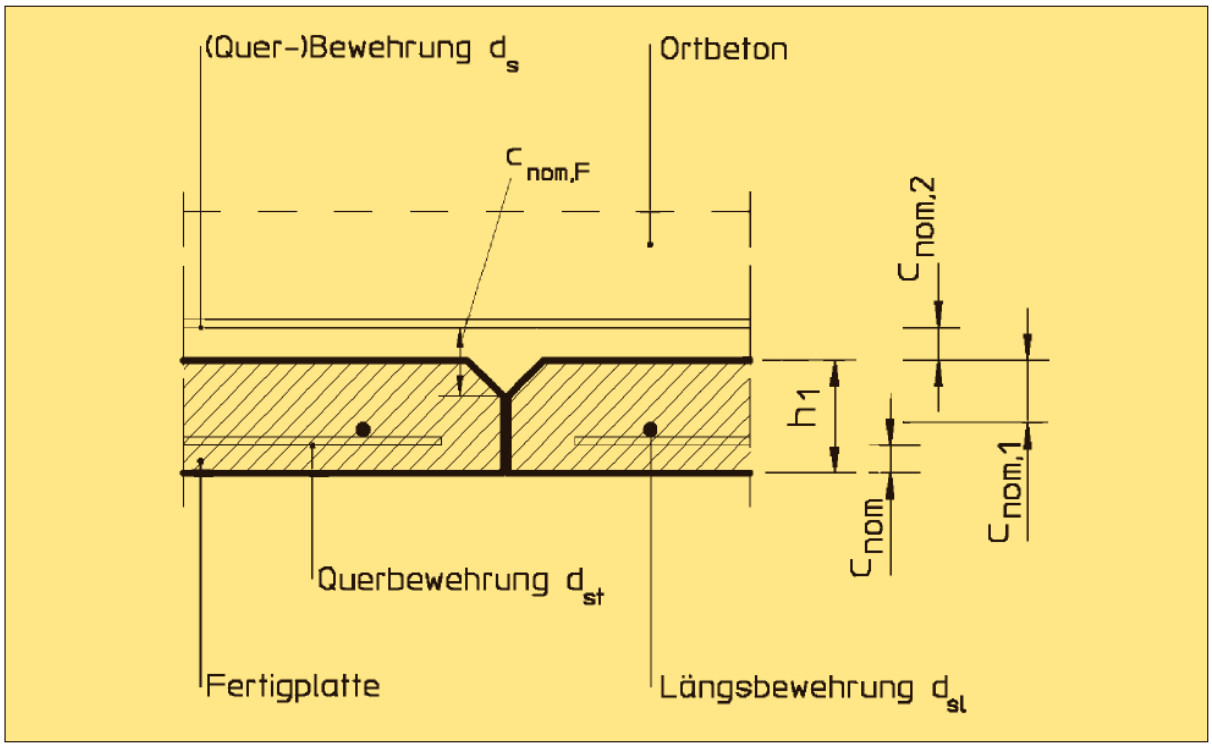


Bild 4.1: Betondeckungen

Bei Verwendung von Gitterträgern als Verbund-/Querkraftbewehrung darf gemäß der bauaufsichtlichen Zulassungen [2] bis [5] bei **rauer** Fuge für die im Ortbeton verlegte Bewehrung die Mindestbetondeckung $c_{min,2}$ auf 5 mm reduziert werden gegenüber dem Beton der Fertigplatte. Damit ergibt sich für diesen Fall bei einem Vorhaltemaß von weiterhin $\Delta c = 0$ eine Betondeckung von $c_{nom,2} = 5$ mm. Da die im Ortbeton verlegte Bewehrung vor dem Verbund des Ortbetons mit dem Beton der Fertigplatte nicht beansprucht wird, braucht hier nicht das Kriterium des Verbundes mit $c_{min} \geq d_s$ angewendet zu werden.

4.2 Bewehrungen

4.2.1 Duktilität

Mit der DIN 1045-1 wurden in Deutschland erstmals sogenannte Duktilitätsklassen für die Bewehrung eingeführt:

Duktilitätsklasse A: normal

Duktilitätsklasse B: hoch

Der Tragwerksplaner und der Bemesser müssen demnach immer neben der Betongüte auch die Stahlgüte **mit** der Duktilitätsbezeichnung A oder B angeben.

Für die Gitterträgergurte besteht deshalb auch die Möglichkeit, je nach Anforderung an Längsgurte und/oder Diagonalen die entsprechende Duktilitätsklasse zu wählen. Normalerweise werden der Obergurt und die Diagonalen in Duktilitätsklasse A (aus glattem Stahl B500A+G) ausgeführt. Je nachdem wie die Biegezugbewehrung ausgelegt ist (Duktilitätsklasse A oder B), können die Gitterträgeruntergurte ebenfalls angeglichen sein. Grundsätzlich sind alle Gurte in den beiden Duktilitätsklassen machbar. Wichtig ist, dass bei Bestellung die Duktilitätsklasse für den jeweiligen Gurt angegeben ist:

z.B. KT 813 – 10A+G/6A+G/8A+G oder B, d.h.

Obergurt Ø 10, Duktilitätsklasse A

Diagonale Ø 6, Duktilitätsklasse A

Untergurt 2 Ø 8, Duktilitätsklasse A oder B

4.2.2 Biegezugbewehrung

Hinsichtlich der Bewehrungsführung, die in DIN 1045-1 hauptsächlich im Abschnitt 12 behandelt wird, gibt es keine unterschiedlichen Regelungen für reine Ortbetondecken und für Teilfertigdecken. Bei der Kaiser-Omnia-Plattendecke wird die Biegezugbewehrung von den Untergurtstäben der Gitterträger KT 800 und KT 100 sowie von der Zulagebewehrung gebildet. Bei dynamischer Verkehrsbelastung dürfen die Untergurtstäbe nicht in Rechnung gestellt werden.

4.2.2.1 Gitterträger als Biegezugbewehrung

Im Endzustand der Kaiser-Omnia-Plattendecke stellen die Gitterträger außer der Verbund-/Querkraftbewehrung auch einen Teil der Biegezugbewehrung (nicht bei dynamischer Verkehrsbelastung). Die Untergurtstäbe der Gitterträger haben an den Stirnseiten der Fertigplatten keinen Überstand, verbleiben also komplett in der Fertigplatte. Die Höhe der Gitterträger richtet sich nach der Deckendicke, nach den erforderlichen Betondeckungen und nach der Querkraftbeanspruchung. Sie wird etwa 6 bis 7 cm kleiner als die Deckendicke gewählt. Der Abstand der Gitterträger ist abhängig von der Querkraftbeanspruchung und von der Montagestützweite. Er liegt im allgemeinen zwischen 50 cm und 62,5 cm.

4.2.2.2 Zulagebewehrung

Die Zulagebewehrung bildet den Hauptteil der Biegezugbewehrung. Sie besteht aus Einzelstäben oder/und Betonstahlmatten. Der Abstand der Längsstäbe beträgt in den Fertigplatten $s \leq 15$ cm. Im Allgemeinen wird stets die gesamte Zulagebewehrung mit ausreichender Verankerungslänge über die Auflager geführt. Für die Berechnung der Verankerungslängen gelten sowohl für Endauflager als auch für Zwischenauflager grundsätzlich die gleichen Regelungen wie für reine Ortbetondecken. Lediglich in zwei Punkten bestehen Abweichungen:

1.) Auch wenn die Untergurtstäbe der Gitterträger vor dem Auflager enden, gilt die gesamte Feldbewehrung als nicht gestaffelt, wenn allein die größere Zulagebewehrung ausreichend nach DIN 1045-1, Abschn. 13.2.2 (8) verankert ist [19].

2.) Über Zwischenauflagern aus 11,5 cm bis 17,5 cm dicken Wänden aus Mauerwerk sind stets Stahlzulagen im Ortbeton anzuordnen, die mindestens ¼ der Feldbewehrung betragen und mindestens 0,50 m oder $40 \cdot d_s$ von den Auflagervorderkanten in die Felder reichen [2], [3] (Bild 4.2):

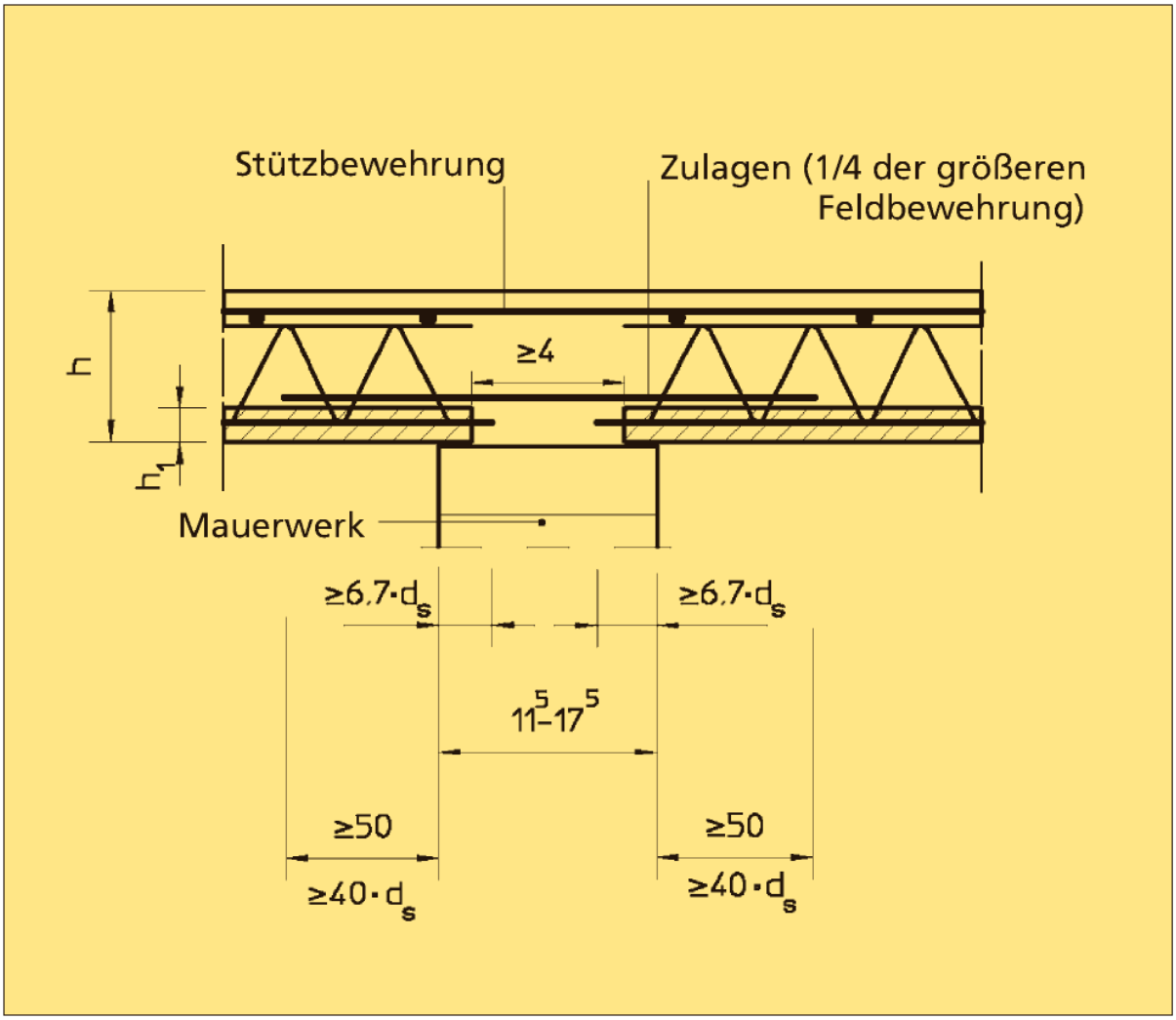


Bild 4.2: Bewehrung über Zwischenauflagern aus Mauerwerkswänden (11,5 cm bis 17,5 cm breit)

4.2.2.3 Verankerung an Endauflagern

Mindestens die Hälfte der statisch erforderlichen maximalen Feldbewehrung ist über die Auflager zu führen. Die Mindestbewehrung nach DIN 1045-1, Abschn. 13.1.1 muss im Feld dagegen zu 100 % von Auflager zu Auflager durchlaufen und dort entsprechend verankert werden. Es ist zu empfehlen, auch stets die gesamte statisch erforderliche Feldbewehrung ungestaffelt über die ganze Stützweite laufen zu lassen.

Die über dem Endauflager vorhandene Bewehrung ist nach DIN 1045-1, Abschn. 13.2.2 (8) zu verankern. Die Verankerungslänge beginnt ab Vorderkante Auflager und beträgt bei geraden Stabenden (Bild 4.3):

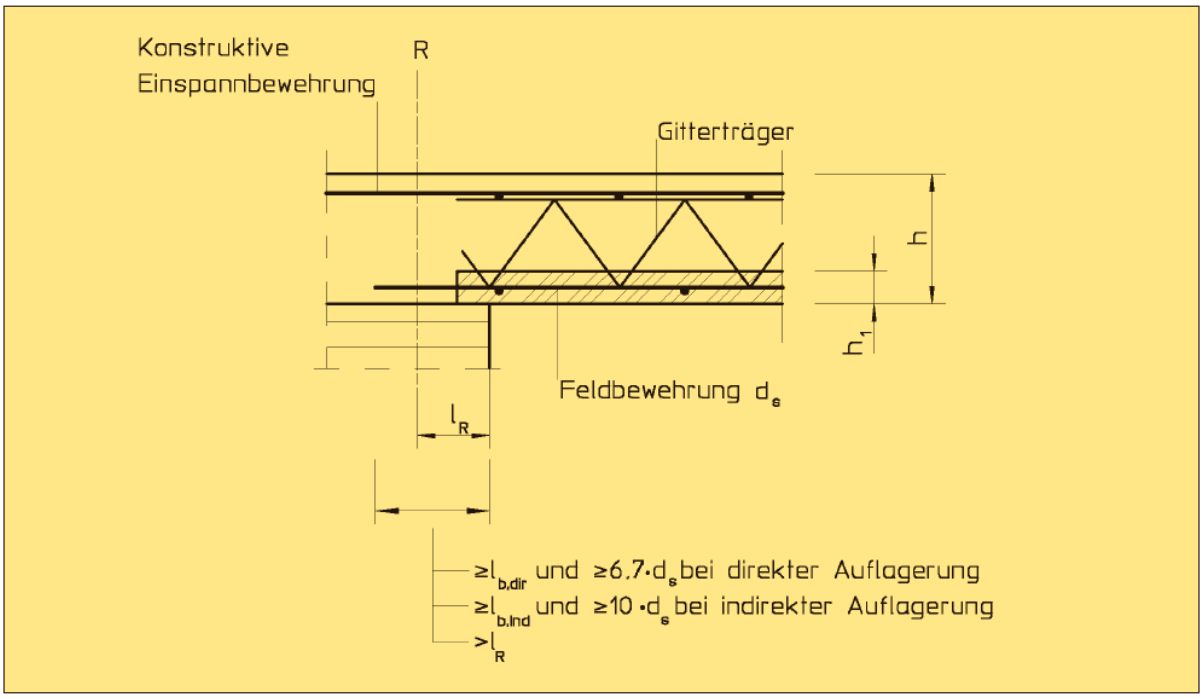


Bild 4.3: Verankerung über Endauflagern

Bei direkter Auflagerung ist

$$\ell_{b,dir} = \frac{2}{3} \cdot \frac{\text{erf } a_s}{\text{vorh } a_s} \cdot \ell_b$$

$$\geq \frac{2}{3} \cdot 0{,}3 \cdot \ell_b$$

$$\geq 6{,}7 \cdot d_s$$

Bei indirekter Auflagerung ist

$$\ell_{b,ind} = \frac{\text{erf } a_s}{\text{vorh } a_s} \cdot \ell_b$$

$$\geq 0{,}3 \cdot \ell_b$$

$$\geq 10 \cdot d_s$$

4.2.2.4 Verankerung an Zwischenauflagern

An Zwischenauflagern ist die Feldbewehrung mindestens mit $6 \cdot d_s$ hinter den Auflagerrand zu führen. Das gilt bei direkter und indirekter Auflagerung (DIN 1045-1, Abschn. 13.2.2 (9)).

4.2.2.5 Stoß der Querbewehrung über der Plattenfuge

Die Querbewehrung einachsig gespannter Kaiser-Omnia-Plattendecken befindet sich in den Fertigplatten und ist daher am Stoß der Fertigplatten zwangsläufig unterbrochen. Die Verbindung in diesem Stoßbereich erfolgt durch Zulagen im Ortbeton, meistens in Form von Mattenstreifen. Die Übergreifungslängen $l_{s,quer}$ sind gemäß der KT 800 – Zulassung [2], Anlage 2, Bild 2 wie folgt zu ermitteln:

- Für Betonstahlmatten als Querbewehrung (sowohl in der Fertigplatte als auch im Ortbeton) gilt DIN 1045-1, Abschn. 12.8.4 (5). Dieser Fall ist in der Praxis kaum gegeben, weil die Bewehrung in der Fertigplatte fast ausschließlich mit Einzelstäben erfolgt.

- Für Stabstahl als Querbewehrung (auch in der Kombination Stabstahl in der Fertigplatte und Betonstahlmatte als Übergreifungsbewehrung im Ortbeton) gilt DIN 1045-1, Abschn. 12.8.2.

Bei zweiachsig gespannten Platten befindet sich die statisch erforderliche a_{sy}-Bewehrung üblicherweise komplett im Ortbeton, und nur die Mindestquerbewehrung (Ø 6 mm/25 cm) wird in die Fertigplatte gelegt. Nach DIN 1045-1, Abschn. 13.4.3 (2) ist unter bestimmten Bedingungen auch ein Stoß der a_{sy}-Feldbewehrung über der Plattenfuge erlaubt.

4.2.3 Verbund-/Querkraftbewehrung

4.2.3.1 Gitterträger als Verbund- und Querkraftbewehrung

Nach den Zulassungen sind die Diagonalen in Richtung der Gitterträger wie aufgebogene Längsstäbe zu behandeln. Für die aufzunehmende Schubkraft/Querkraft werden nur die zum Auflager hin steigenden Diagonalen sowie die Vertikalen (KTS- und KTP-Gitterträger) berücksichtigt.

Wenn Querkraftbewehrung erforderlich ist, beträgt die Mindestdicke der Kaiser-Omnia-Plattendecke, bewehrt mit Gitterträgern KT 800, KT 100, KTS oder KTP, $h \geq 16$ cm (Diagonalen als aufgebogene Längsstäbe).

Regelungen für **Gitterträger als Verbundbewehrung** ($v_{Ed} \leq v_{Rd,ct}$) [2]:

- Lichter Abstand zwischen Fertigplatte und GT-Obergurt: $\geq$ 2,0 cm

- GT-Abstände bei einachsig gespannten Platten:

  a) Gitterträger verlaufen in Spannrichtung (Normalfall):
  $s_T \leq 5 \cdot h \leq 75$ cm

  b) Gitterträger verlaufen quer zur Spannrichtung (z.B. Balkonplatten):
  $s_T \leq 2 \cdot h \leq 75$ cm

- GT-Abstände bei zweiachsig gespannten Platten:

  a) Beide Biegezugbewehrungen a_{sx} und a_{sy} liegen in der Fertigplatte:
  $s_T \leq 2 \cdot h \leq 75$ cm (wegen y - Richtung = Querrichtung für Gitterträger)

  b) Die Biegezugbewehrung a_{sy} liegt im Ortbeton, und das Auflager für die a_{sy}-Bewehrung (Auflagerrand parallel zu den GT-Richtungen) ist ein (gelenkig angenommenes) Endauflager:
  $s_T \leq 5 \cdot h \leq 75$ cm

  c) Die Biegezugbewehrung a_{sy} liegt im Ortbeton, und das Auflager für die a_{sy}-Bewehrung ist ein Zwischenauflager (obere Stützbewehrung erforderlich):

  - im Bereich der negativen m_{sy}-Biegemomente: $s_T \leq 2 \cdot h \leq 75$ cm

  - sonst: $s_T \leq 5 \cdot h \leq 75$ cm

Regelungen für **Gitterträger als Querkraftbewehrung** ($v_{Ed} > v_{Rd,ct}$) [4]:

- Mindestgröße des Neigungswinkels der Diagonalen: $\alpha \geq 45°$

- GT-Obergurt muss grundsätzlich bis an die obere (Biegezug-)Bewehrung reichen. Dabei gelten folgende Detailregelungen:

  $v_{Ed} \leq 0{,}5 \cdot v_{Rd,max}$: erlaubte Anordnung von unten nach oben: GT-Obergurt-Querbewehrung-Längsbewehrung

  $0{,}5 \cdot v_{Rd,max} < v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$: GT-Obergurt auf gleicher Höhe wie Längsbewehrung, Querbewehrung darf darüber liegen

  Für $v_{Rd,max}$ gilt dabei die Definition nach Abschnitt 3.2.2.7 dieses technischen Handbuches!

- GT-Abstände bei einachsig gespannten Platten:

  a) Gitterträger verlaufen in Spannrichtung (Normalfall):

  $s_T \leq 40$ cm bei $h \leq 40$ cm

  $\leq \quad h$ bei $h > 40$ cm

  (wegen Spreizung der Gitterträger auch $s_T \leq 43$ cm möglich)

  b) Gitterträger verlaufen quer zur Spannrichtung (z.B. Balkonplatten):

  $s_T \leq 0{,}7 \cdot h$ (Nach DIN 1045-1, Abschnitt 13.3.3 (4) für $v_{Ed} \leq 0{,}30 \cdot v_{Rd,max}$ mit $v_{Rd,\,max}$ nach DIN 1045-1. Die Größe $0{,}30 \cdot v_{Rd,max}$.entspricht dem Maximalwert $v_{Rd,max}$ nach den Zulassungen [2] – [5] bzw. nach Abschnitt 3.2.2.7 dieses Handbuches.)

- GT-Abstände bei zweiachsig gespannten Platten:

  Abstände analog zu einachsig gespannten Platten, siehe aber auch den folgenden Abschnitt.

4.2.3.2 Hinweise zu zweiachsig gespannten Platten

Im Prinzip erfolgen die Nachweise wie für einachsig gespannte Kaiser-Omnia-Plattendecken, aber i.A. in x- und in y-Richtung.

Folgendes ist zu beachten:

1.) In Richtung der Gitterträger (x-Richtung):
Bemessung wie bei einachsig gespannten Plattendecken

2.) Quer zu den Gitterträgern (y-Richtung):
Hier sind folgende Fälle zu unterscheiden:

- Wenn die Feldbewehrung a_{sy} in der Fertigplatte liegt (raumgroße Fertigplatte), müssen auch quer zu den Gitterträgern die Aufnahme der Querkraft und in der Fuge die Aufnahme der Schubkraft nachgewiesen werden.

- Wenn die Feldbewehrung a_{sy} im Ortbeton liegt und das betreffende Auflager ein gelenkiges Endauflager ist, braucht quer zu den Gitterträgern kein Verbundnachweis geführt zu werden, weil in diesem Fall nur der Ortbetonquerschnitt für die Bemessung herangezogen wird. Falls in y-Richtung eine Bewehrung für die aufzunehmende Querkraft erforderlich werden sollte, ist diese Querkraftbewehrung nach den Regeln wie für einen reinen

Ortbetonquerschnitt vorzusehen. Die Querkraftbewehrung sollte dann aber nicht nur den Ortbetonteil umfassen, sondern die gesamte Querschnittshöhe.

- Wenn die Feldbewehrung a_{sy} im Ortbeton liegt und das betreffende Auflager ein Zwischenauflager oder eingespanntes Auflager ist, beteiligt sich in diesem Bereich der gesamte Querschnitt an der Lastabtragung, d.h. es liegt auch eine Schubbeanspruchung in der Fuge zwischen Fertigplatte und Ortbeton vor. Demzufolge ist ein Nachweis für die Verbundfuge zu führen.

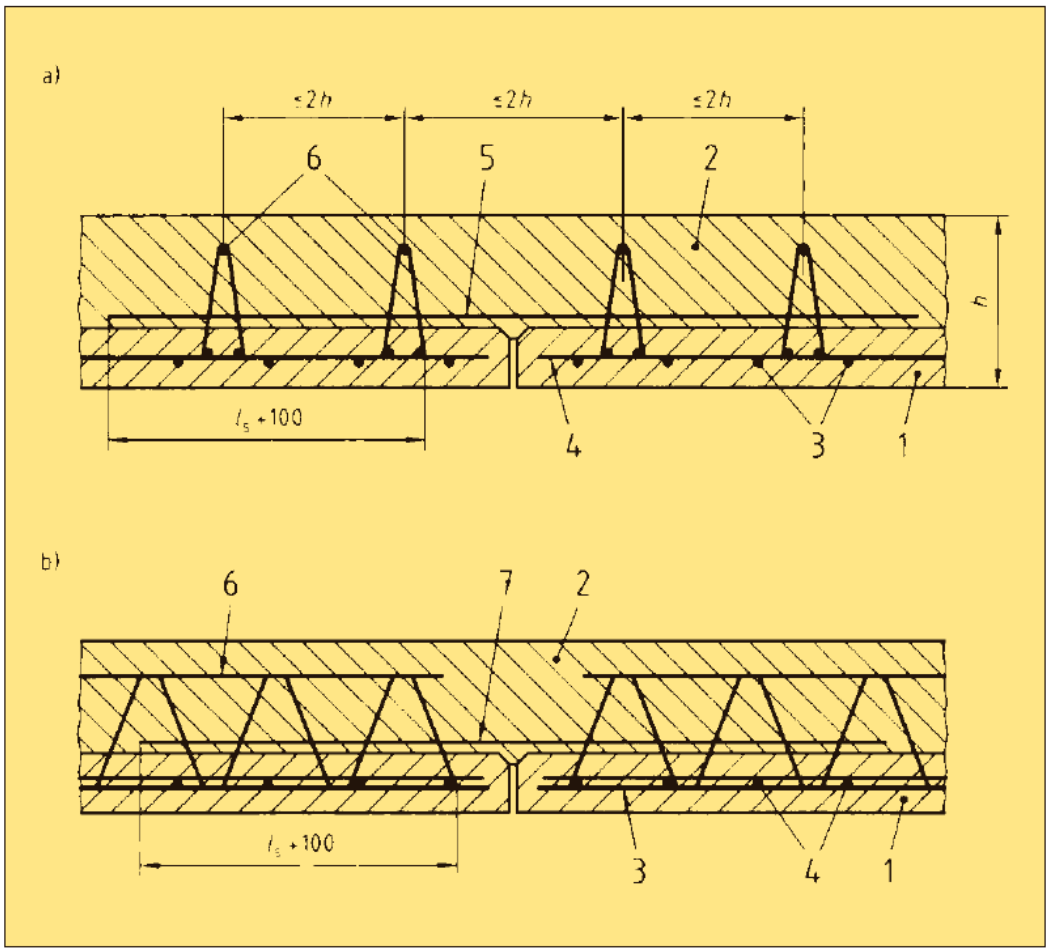
4.2.3.3 Verbundsicherungsbewehrung

Nach DIN 1045-1, Abschn. 13.4.3 (5) ist in der Fuge Fertigplatte/Ortbeton im Bereich von Endauflagern ohne Wandauflast eine Verbundsicherungsbewehrung von mindestens 6 cm²/m auf einer Breite von 0,75 m entlang der Auflagerlinie anzuordnen. Diese Verbundsicherungs-bewehrung braucht nicht zusätzlich zu einer rechnerisch erforderlichen oder rechnerisch nachgewiesenen Verbundbewehrung eingebaut zu werden [18].

4.3 Auflagerausbildungen im Endzustand

Bei einachsig und zweiachsig gespannten Teilfertigdecken liegt im Normalfall die Fertigplatte auf dem Auflager auf. In Richtung der Gitterträger weist die aus der Fertigplatte herausragende Feldbewehrung (auch leicht aufgekröpft) die erforderliche Verankerungslänge auf (Bild 4.3). Alle anderen Fälle wurden bisher wie ein ausgeklinktes Plattenende behandelt [20]. Detaillierte Ausführungen hierzu sind u.a. in [20] und [21] enthalten.

Aus DIN 1045-1, Abschn. 13.4.3 (2) und Bild 74 b können nun für alle vom Normalfall abweichenden Auflagerungen große Vereinfachungen abgeleitet werden. Direkt angesprochen wir im vorgenannten Abschnitt zwar nur der Bewehrungsstoß über der Fuge bei zweiachsig gespannten Teilfertigdecken, in der Konsequenz ist diese Ausführung aber auch für den Auflagerbereich gültig [23]. Nachstehend wird das Bild 74 aus DIN 1045-1 wiedergegeben:



Legende:

a) Stoß der Querbewehrung a_{sy}

b) Stoß der Längsbewehrung a_{sx}

1 Fertigteilplatte

2 Ortbeton

3 Längsbewehrung a_{sx}

4 Statisch erforderliche Querbewehrung a_{sy} (in der Fertigteilplatte)

5 Statisch erforderliche Querbewehrung a_{sy} (Stoßzulage)

6 Gitterträger

7 Längsbewehrung a_{sx} (Stoßzulage)

Bild 4.4: Möglicher Tragstoß bei zweiachsig gespannten Fertigteildecken mit Ortbeton-ergänzung nach DIN 1045-1, Bild 74

Die Bedingungen für die Ausführbarkeit eines solchen Tragstoßes sind in DIN 1045-1, Abschn. 13.4.3 (2) wie folgt festgelegt:

- $d_s \leq 14$ mm
- $a_s \leq 10$ cm²/m
- $v_{Ed} \leq 0{,}3\ v_{Rd,max}$ mit $v_{Rd,max}$ nach DIN 1045-1, Abschn. 10.3.4 und mit z im Fugenschnitt
- Die nach DIN 1045-1, Abschn. 12.8.2 ermittelte Übergreifungslänge ℓ_s ist um 10 cm zu vergrößern und gilt erst ab 1. Gitterträgerdiagonale
- Anordnung von zusätzlichen Gitterträgern nach DIN 1045-1, Bild 74 mit $s_T \leq 2 \cdot h$
- Nachweis der Diagonalenbewehrung für die Zugkraftübertragung der gestoßenen Längsbewehrung

Für die Auflagerausbildung ist Bild 74b von größter Bedeutung. Hier wird die in Richtung der Gitterträger verlaufende a_{sx}-Feldbewehrung gestoßen, ohne dass ein zusätzlicher, querverlaufender Gitterträger angeordnet ist. Dabei darf die zu übertragende Bemessungsquerkraft v_{Ed} bis zu einer Größe reichen von $v_{Ed} \leq 0{,}3 \cdot v_{Rd,max}$ mit der Definition für $v_{Rd,max}$ nach DIN 1045-1, Abschnitt 10.3.4. Fertigplatten können unter den vorgenannten Bedingungen also vor dem Auflager enden, ohne dass die bisher übliche Behandlung als ausgeklinktes Plattenende erforderlich ist. Dabei ist zu unterscheiden zwischen einem (gelenkig angenommenen) Endauflager und einem Zwischenauflager.

4.3.1 Endauflager

Am Endauflager wird die nur noch gering beanspruchte Biegezugbewehrung gestoßen. Als maßgebend kann das Biegemoment in der Mitte des Stoßes angesetzt werden. Hinzu kommt der Zugkraftanteil ΔF_{sd} aus der mit dem Versatzmaß ermittelten Zugkraftlinie. Insgesamt ergibt sich damit eine zu übertragende Zugkraft im Stahl von:

$$F_{sd} = \frac{m_{Ed,x}}{z} + v_{Ed,A} \cdot \frac{1{,}0 \cdot d}{z}$$

Mit $z \cong 0{,}9 \cdot d$ wird

$$F_{sd} \cong 1{,}1 \cdot \left(\frac{m_{Ed,x}}{z} + v_{Ed,A} \right)$$

mit d = statische Höhe $d_{Ortbeton}$ der **Ortbetondicke**

$v_{Ed,A}$ = Querkraft am Endauflager A

Abstände und Durchmesser der im Ortbeton angeordneten Stoßbewehrung sollen denen in der Fertigteilplatte entsprechen. Die Stoßausbildung ist in Bild 4.5 dargestellt.

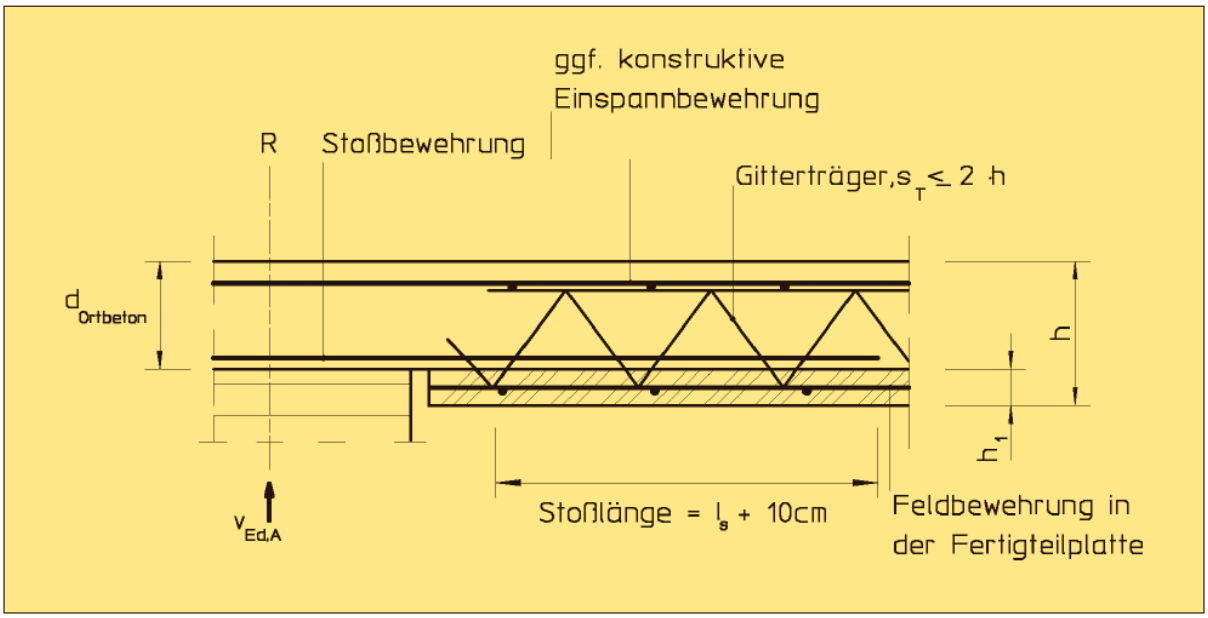


Bild 4.5: Stoßausbildung am Endauflager

Die Stoßbewehrung ist ab Vorderkante Auflager ganz normal (nach Abschnitt 4.2.2.3) zu verankern.

Zum Nachweis der Querbewehrung im Stoßbereich:

In dem üblicherweise angenommenen Stabwerkmodell mit unter einem Winkel von 45° verlaufenden Betondruckstreben bilden die zum Auflager hin steigenden Diagonalen die Querbewehrung. Nach oben genanntem Stabwerksmodell nehmen diese Diagonalen eine Zugkraft auf von:

$$Z_{Dia,d} = F_{sd} \cdot \frac{\sin 45°}{\sin(135° - \alpha)}$$

mit F_{sd} = zu übertragende Zugkraft in der Stoßbewehrung

α = Neigungswinkel der zum Auflager hin steigenden Diagonalen

Die Gitterträger KT 800 können damit folgende Zugkräfte F_{sd} übertragen:

GT KT	807	809	811	813	815	817	819	821	823	824	827	830
Diag. 2 ø 6	144,7	146,1	145,4	143,4	141,1	138,7	136,3	134,0	132,0	131,1	128,5	126,5
Diag. 2 ø 7	196,8	198,8	197,8	195,0	191,9	188,7	185,4	182,3	179,5	178,3	174,8	172,0

Werte für dazwischenliegende Gitterträgerabmessungen können interpoliert werden.

Tabelle 4.1: Biege-Zugkräfte F_{sd} [kN/m], die von den Diagonalen der Gitterträger mit Längen = 1,00 m und Abständen s_T = 1,00 m als Querbewehrung übertragen werden können

Werden KT S-Gitterträger als Zulagegitterträger angeordnet, können die Werte nach Tabelle 4.1 selbstverständlich auch verwendet werden. Die von KT S-Gitterträgern übertragbaren Biegezugkräfte sind größer, weil hier auch noch die Vertikalen mitwirken.

Querbewehrung und Verbund-/Querkraftbewehrung brauchen nicht addiert zu werden. Der größere erforderliche Wert ist allein maßgebend [24]. Neben den durchlaufenden Gitterträgern werden am einfachsten Gitterträgerstücke angeordnet, um im Stoßbereich die Gitterträgerabstände $s_T \leq 2 \cdot h$ einzuhalten.

Beim Nachweis $v_{Ed,A} \leq 0{,}3 \cdot v_{Rd,max}$ ist $v_{Rd,max}$ nach DIN 1045-1, Abschn. 10.3.4, Gl. 78 zu ermitteln. Für den inneren Hebelarm z ist dabei die Größe im Fugenschnitt anzusetzen, hier vereinfacht $z \cong 0{,}9 \cdot d_{Ortbeton}$.

Beispiel:

Gegeben: Aus den Beispielen in den Abschnitten 3.1.4 und 3.2.1:

Bemessungsquerkraft am Auflager A (neu berechnet)

$v_{Ed,A}$ = 21,4 kN/m

Gesamtplattendicke h = 18 cm

Fertigplattendicke h_1 = 5 cm

Beton C 20/25

Gitterträger KT 812 mit Diagonalen Ø 6 m und $\alpha = 53{,}6°$ im Abstand s_T = 50,0 cm

Feldbewehrung (Zulagebewehrung) in der Fertigplatte: Ø 6 mm / 15 cm

Gesucht: 1.) Ist $v_{Ed,A} \leq 0{,}3 \cdot v_{Rd,max}$ eingehalten?

2.) Stoßlänge l_s + 10 cm

3.) Nachweis der Querbewehrung

zu 1.):

Bei Bauteilen mit Schrägaufbiegungen (Gitterträgerdiagonalen) beträgt nach DIN 1045-1, Gl. (78) die maximal aufnehmbare Querkraft für Normalbeton

$$v_{Rd,max} = b \cdot z \cdot 0{,}75 \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cot\vartheta + \cot\alpha}{1 + \cot^2\vartheta}$$

mit

z = innerer Hebelarm im Ortbetonquerschnitt mit

h = 13 cm und d = 10 cm **über der Fuge**

$\cong 0{,}9 \cdot d = 0{,}9 \cdot 10$ cm = 9,0 cm

$\cot\vartheta = 3{,}0$ (ungünstigste Annahme; genauerer Wert müsste – wenn Nachweis nicht erfüllt werden sollte – ermittelt werden)

$$\rightarrow 0{,}3 \cdot v_{Rd,max} = 0{,}3 \cdot 1{,}0 \text{ m/m} \cdot 0{,}09 \text{ m} \cdot 0{,}75 \cdot 11{,}3 \text{ MN/m}^2 \cdot \frac{3{,}0 + 0{,}74}{1 + 3{,}0^2}$$

$$= 0{,}086 \text{ MN/m} = 86 \text{ kN/m} > 21{,}4 \text{ kN/m} = v_{Ed,A}$$

Die maximal aufnehmbare Querkraft ist – wie ganz allgemein – deutlich größer als die einwirkende Querkraft $v_{Ed,A}$. Daher kann für die Berechnung von $0{,}3 \cdot v_{Rd,max}$ auch die Tabelle 3.9 in Abschnitt 3.2.2.7 benutzt werden, die u.a. aufgrund des Vorfaktors 0,25 (statt 0,3) kleinere, aber immer noch ausreichend große Werte liefert. Für dieses Beispiel:

$$0{,}25 \cdot v_{Rd,max} \; (< 0{,}3 \cdot v_{Rd,max}) = 786 \cdot 0{,}09 \text{ m}$$

$$= 70{,}7 \text{ kN/m} > 21{,}4 \text{ kN/m}$$

zu 2.):

Die Übergreifungslänge l_s wird nach DIN 1045-1, Abschn. 12.8.2 ermittelt. Sie beträgt im Bereich des Auflagers A mit üblicherweise erf a_s/vorh $a_s \leq 0{,}3$ und geraden Stabenden:

$$l_s \geq 0{,}3 \cdot l_b$$

$$\geq 15 \cdot d_s$$

$$\geq 20 \text{ cm}$$

Die gesamte Stoßlänge ist l_s + 10 cm.

Mit d_s = 6 mm und l_b = 28 cm ist danach l_s = 20 cm.

→ Stoßlänge = 20 cm + 10 cm ≥ 30 cm

gewählt: Stoßlänge = 40 cm

zu 3.):

Es wird vereinfacht angenommen, dass zwischen Stoßmitte und Auflagerlinie R ein Abstand von 0,35 m vorhanden ist. Dann beträgt an der Stelle x = 0,35 m das Biegemoment bei Vernachlässigung der in diesem Bereich wirkenden Belastung $m_{Ed,x}$ = 21,4 kN/m · 0,35 m = 7,5 kNm/m. Damit ergibt sich eine zu übertragende Zugkraft in der Stoßbewehrung von

$$F_{sd} \cong 1{,}1 \cdot \left(\frac{m_{Ed,x}}{d_{Ortb.}} + v_{Ed,A} \right)$$

$$\cong 1{,}1 \cdot \left(\frac{7{,}5\,\text{kNm/m}}{0{,}10\,\text{m}} + 21{,}4\,\text{kN/m} \right) = 106\ \text{kN/m}$$

Weil der Gitterträgerabstand nicht größer sein darf als $s_T = 2 \cdot h = 2 \cdot 18$ cm = 36 cm, werden zwischen den durchlaufenden KT 812-Gitterträgern im Abstand von 50 cm jeweils weitere KT 812-Gitterträgerstücke in Längen von 40 cm angeordnet. Nach Tabelle 4.1 ergibt sich damit eine übertragbare Biegezugkraft von

$$\text{übertr } F_{sd} = 144{,}4\ \text{kN/m} \cdot \frac{0{,}40\ \text{m}}{0{,}25\ \text{m}} = 231\ \text{kN/m} > 106\ \text{kN/m}$$

4.3.2 Zwischenauflager

Da am Zwischenauflager kein Zugstoß der gestoßenen Feldbewehrung vorliegt, entfällt hier der Nachweis der Querbewehrung. Nachzuweisen ist, dass die Querkraftbedingung eingehalten ist. Auch die anderen Bedingungen gelten weiterhin, z.B. Gitterträgerabstand $s_T \leq 2 \cdot h$. Die Stoßlänge der Längsbewehrung sollte wie für ein Endauflager berechnet werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Biegezugbewehrung (Stützbewehrung) für die Aufnahme des (negativen) Stützmomentes allein bei Berücksichtigung der Ortbetonhöhe zu bemessen ist.

5. Brandschutz

Hinsichtlich des vorbeugenden baulichen Brandschutzes ist die Kaiser-Omnia-Plattendecke genauso zu behandeln wie eine reine Ortbetondecke.

5.1 Normen und Begriffe

In den Bauordnungen der einzelnen Bundesländer ist festgelegt, welchen Anforderungen Decken in den verschiedenen Funktionen in bezug auf den Brandschutz genügen müssen. Wie diese Anforderungen konstruktiv erfüllt werden können, ist der Norm DIN 4102 - Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen zu entnehmen. Besonders wichtig für Stalbetondecken sind hierin die Teile 1, 2 und 4.

In DIN 4102, Teil 2 werden insgesamt fünf sog. Feuerwiderstandsklassen benannt. Von praktischer Bedeutung sind vor allem die Klassen F 30 (30 Min. Feuerwiderstandsdauer) und F 90 (90 Min.), die auch feuerhemmend bzw. feuerbeständig genannt werden. Haupteinflußgrößen für die Zuordnung in die jeweilige Feuerwiderstandsklasse sind die Deckendicken und die Abstände der tragenden Bewehrung von den Außenseiten. Da diese Abstände von den Schwerpunkten der Stabeinlagen aus gemessen werden, heißen sie nach DIN 4102, Teil 4, Abschn. 3.1.4 [25] Achsabstände u [cm].

5.2 Ausbildung der Kaiser-Omnia-Plattendecke für F 90

Wie die feuerbeständige Ausführung (F 90) für die Kaiser-Omnia-Plattendecke nach DIN 4102, Teil 4 sein muss, zeigt Tabelle 5.1. Die dort genannte obenliegende Brandschutzbewehrung ist dadurch charakterisiert, dass die statisch erforderliche Stützbewehrung um 0,15 · max l nach beiden Seiten hin verlängert wird (DIN 4102, Teil 4, Abschn. 3.4.5.3).

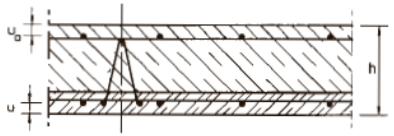
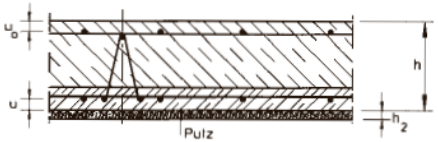
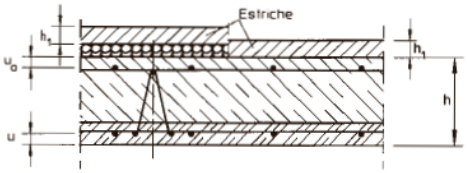
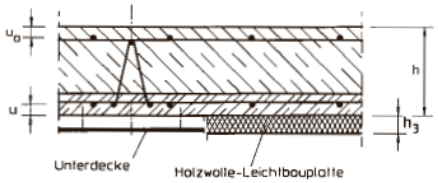
Querschnitte	Stat. System	Plattendicke	Achsabsstände		Estrichdicke	Putzdicke	Bemerkungen
		h (cm)	u (cm)	u_0 (cm)	h_1 (cm)	h_2 (cm)	
		≥ 10	≥ 3,5	–	–	–	–
			≥ 2,5	–	–	≥ 1,5	Kalk-Zement-Putz (PII) oder Kalk-Gips-Putz (PIVc)
			≥ 1,5	–	–	–	Bei 4-seitiger Lagerung mit $1,5 \geq l_y/l_x$
			≥ 1,0	–	–	–	Bei Anordnung von Unterdecken nach DIN 4102, Teil 4, Abschn. 6.5 oder von Holzwolle-Leichtbauplatten mit $h_3 \geq 5$ cm (siehe hierzu DIN-Text)
		≥ 10	≥ 3,5	≥ 1,5	–	–	–
			≥ 3,5	≥ 1,0	≥ 1,0	–	Nichtbrennbarer Estrich oder Asphaltestrich
			≥ 2,5	≥ 1,5	–	≥ 1,5	Kalk-Zement-Putz (PII) oder Kalk-Gips-Putz (PIVc)
			≥ 2,5	≥ 1,5	–	–	Bei Anordnung einer obenliegenden Brandschutzbewehrung
			≥ 1,0	≥ 1,5	–	–	Bei Anordnung einer obenliegenden Brandschutzbewehrung und bei einem Stützweitenverhältnis min l ≥ 0,8 max l
			≥ 1,5	≥ 1,5	–	≥ 1,5	Bei Anordnung einer obenliegenden Brandschutzbewehrung und eines Putzes
			≥ 1,5	≥ 1,5	–	–	Bei 4-seitiger Lagerung
			≥ 1,0	≥ 1,5	–	–	Bei Anordnung von Unterdecken nach DIN 4102, Teil 4, Abschn. 6.5 oder von Holzwolle-Leichtbauplatten mit $h_3 \geq 5$ cm (siehe hierzu DIN-Text)

Tabelle 5.1: Feuerbeständige Ausbildung (F 90) der Kaiser-Omnia-Plattendecken

6. Montagezustand

6.1 Allgemeines

Unter dem Begriff Montagezustand versteht man eigentlich nur den Zeitraum von der Verlegung der Fertigplatten bis zum Erhärten des aufgebrachten Ortbetons. Tatsächlich müssen aber hierzu bereits der Transport der Fertigplatten zur Baustelle, ggf. die Zwischenlagerung der Fertigplatten und vor allem der Verlegevorgang selbst hinzugerechnet werden. Später sichtbare Haarrisse in den Fertigplatten haben ihre Ursachen vor allem in den letztgenannten Abläufen. Es sind Sorgfalt und die Beachtung einiger Regelungen notwendig, um die sehr gute Qualität der Fertigplatten bis zum Abbinden des Ortbetons zu erhalten.

Die Regelungen für den Montagezustand sind in den Zulassungen für die Gitterträger KT 800 und KT 100 enthalten. Sie sind von den Badischen Drahtwerken umgesetzt worden in Verlegeanleitungen sowie in Stützweitentabellen für den Montagezustand und stehen damit den Anwendern in leicht verständlicher Form zur Verfügung.

6.2 Verlegeanleitungen

Es gibt für Fertigplatten, bewehrt mit Kaiser-Omnia-Gitterträgern, Verlegeanleitungen der Herstellerwerke der Fertigplatten [26], [27]. In ihnen sind alle Regelungen enthalten, die nach DIN 1045-1 und den Zulassungen für eine einwandfreie Montage erforderlich sind. Das Befolgen der Verlegeanleitungen ist ein wichtiger Bestandteil der Qualitätssicherung.

6.3 Stützweiten

Die zulässigen Stützweiten im Montagezustand sind abhängig von der Ausbildung des Gitterträgers, vom Abstand der Gitterträger untereinander, von der Fertigplattendicke und von der Dicke der endgültigen Decke. Die Stützweiten werden so berechnet, daß selbstverständlich die Lasten sicher abgetragen werden und daß im Montagezustand keine größere Durchbiegung als 1 cm auftritt.

Die Gitterträger KTS und KTP haben während der Montage keine Funktion.

6.3.1 Fertigplatten mit Gitterträgern KT 800

Für die Gitterträger KT 800 mit Obergurten Ø 8 mm,10 mm, 12 mm, 14 mm und 16 mm sind die zulässigen Montagestützweiten auf den folgenden Seiten tabellarisch angegeben (Tabelle 6.1). Sie beruhen auf den zulässigen Schnittgrößen aus der Zulassung des KT 800 [2], Tabelle 2 und erfüllen die Anforderungen an die Durchbiegungsbeschränkung des Abschnitts 3.2.2 der o.g. Zulassung.

Für Gitterträger KT 800 mit Obergurten Ø 12 mm, 14 mm und 16 mm sind die zulässigen Montagestützweiten bereits in der KT 800-Zulassung enthalten. Zu beachten ist hier, dass die

Fertigplattendicke mindestens 5 cm betragen muss und dass eine Mindestbewehrung pro Stück Gitterträger einzulegen ist.

Sollen im Montagezustand keine Randjoche gestellt werden, sind die folgenden Bedingungen einzuhalten:

- Es ist darauf zu achten, dass die Fertigplatte mindestens 3,5 cm aufliegt.
- Bei Auflagerkräften im Montagezustand $\leq$ 5 kN je Gitterträger genügt es, wenn von jedem zweiten Gitterträger ein Untergurtknotenpunkt in der Fertigplatte über dem Auflager liegt. Ansonsten müssen von jedem Gitterträger die Untergurtknotenpunkte über dem Auflager liegen.

Diese Nachweise sind zusätzlich zu führen.

6.3.2. Fertigplatten mit Gitterträgern KT 100 (MONTAQUICK)

Für das System MONTAQUICK liegt von den Badischen Drahtwerken ebenfalls eine Stützweitentabelle vor. Größere Deckendicken und auch größere Montagestützweiten sind ggf. möglich. In solchen Fällen ist die technische Beratung von BDW anzusprechen.

Im Gegensatz zu den KT 800-Gitterträgern ist für MONTAQUICK für den Montagezustand eine ausreichende Biegezugbewehrung erf a_s in jedem einzelnen Fall rechnerisch nachzuweisen. Der Berechnungsgang ist einfach und nachfolgend angegeben:

– Statisches System: Einfeldträger mit der Montagestützweite l

– Belastungen: Eigengewicht g der gesamten Rohdecke +Verkehrslast q = 1,5 kN/m²
jeweils im Gebrauchszustand (γ_F =1,0)

– Biegemoment: $M = (g + q) \cdot l^2 : 8$ [kNm/m]

– Bemessung: $$\text{erf}\, a_s = \frac{M \cdot 1{,}75}{z \cdot \beta_S} \geq 1{,}31\,\text{cm}^2/\text{m}$$

mit z = Gitterträgerhöhe - 2 cm

β_S = 50 kN/cm²

Die ermittelte Bewehrung für den Montagezustand braucht nicht zusätzlich zur Bewehrung für den Endzustand eingelegt zu werden. Sie muss nur insgesamt vorhanden sein.

6.4 Stützweitentabellen für den Montagezustand

In den Tabellen 6.1 sind für Deckendicken zwischen 12 cm und 40 cm die zulässigen Montagestützweiten für die verschiedenen Gitterträger - KT 800 mit Obergurten Ø 8 mm, Ø 10 mm, Ø 12 mm, Ø 14 mm, Ø 16 mm und MONTAQUICK-Träger – enthalten.

Die Stützweiten beruhen auf den in geltenden Zulassungen angegebenen Lastannahmen und Vorschriften. Das sind:

- Ersatzlast aus Arbeitsbetrieb mit 1,5 kN/m² oder – falls ungünstiger – eine Einzellast von 1,5 kN
- Als statisches System ist eine frei drehbar gelagerte Platte auf 2 Stützen vorgegeben
- Eigengewicht des Betons (Fertigplatte + Ortbeton)
- Fertigplattendicke $h_1 \geq 5$ cm
- Bei Deckendicken > 30 cm sowie bei KT 100-Gitterträgern Empfehlung: Fertigplattendicken ≥ 6 cm
- Durchbiegungsbeschränkung bei Obergurten Ø 12 mm, Ø 14 mm und Ø 16 mm auf 1 cm und bei MONTAQUICK auf ca. l/500.

Zusätzliche Verkehrslasten im Montagezustand, z.B. Flügelglätter oder Lagern von Baustoffen, sind in diesen Tabellen nicht berücksichtigt und müssen gegebenenfalls als weitere Lastfälle zusätzlich nachgewiesen werden.

6.4

Gitterträgerhöhe h (cm)			7			8			9				
Decken-dicke h (cm)	Träger-abstand s_T (cm)	OG	Ø 8	Ø 10	Ø 16	Ø 8	Ø 10	Ø 16	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16
		Dia UG	Ø 6 Ø 6	Ø 6 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 6 Ø 6	Ø 6 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 6 Ø 6	Ø 6 Ø 6	Ø 6 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 7 Ø 6
12	33		2,03	2,48	2,84								
	40		1,97	2,35	2,70								
	50		1,94	2,22	2,54								
	55		1,92	2,16	2,47								
	60		1,90	2,12	2,40								
	62,5		1,87	2,09	2,37								
14	33		1,98	2,40	2,76	2,06	2,47	2,88	2,12	2,52	3,09	3,11	3,14
	40		1,93	2,28	2,63	2,00	2,35	2,75	2,07	2,40	2,95	2,97	3,00
	50		1,87	2,15	2,46	1,95	2,21	2,59	2,02	2,27	2,79	2,81	2,83
	55		1,85	2,10	2,39	1,91	2,16	2,53	1,96	2,22	2,70	2,73	2,76
	60		1,83	2,06	2,33	1,87	2,12	2,47	1,90	2,17	2,56	2,63	2,70
	62,5		1,80	2,04	2,30	1,83	2,10	2,44	1,85	2,15	2,53	2,60	2,67
	75		1,55	1,95	2,17	1,57	2,01	2,33	1,60	2,05	2,31	2,42	2,54
15	33		1,95	2,36	2,73	2,01	2,43	2,85	2,07	2,49	3,06	3,08	3,11
	40		1,90	2,24	2,59	1,97	2,31	2,72	2,02	2,38	2,91	2,94	2,97
	50		1,84	2,12	2,43	1,90	2,18	2,56	1,95	2,25	2,76	2,78	2,80
	55		1,82	2,07	2,36	1,86	2,13	2,50	1,89	2,19	2,63	2,68	2,73
	60		1,79	2,03	2,30	1,82	2,09	2,44	1,84	2,15	2,52	2,59	2,67
	62,5		1,73	2,00	2,27	1,76	2,06	2,41	1,78	2,12	2,47	2,55	2,64
	75		1,50	1,91	2,14	1,52	1,97	2,30	1,55	2,03	2,25	2,37	2,51
16	33		1,90	2,33	2,70	1,96	2,40	2,81	2,02	2,46	3,03	3,05	3,07
	40		1,87	2,21	2,55	1,92	2,28	2,68	1,97	2,35	2,88	2,90	2,93
	50		1,80	2,09	2,39	1,85	2,15	2,53	1,89	2,22	2,70	2,73	2,76
	55		1,77	2,05	2,32	1,81	2,11	2,46	1,84	2,17	2,57	2,63	2,69
	60		1,73	2,01	2,26	1,76	2,07	2,41	1,78	2,12	2,47	2,54	2,63
	62,5		1,68	1,98	2,23	1,71	2,05	2,38	1,73	2,10	2,42	2,50	2,60
	75		1,45	1,88	2,10	1,47	1,93	2,27	1,49	1,99	2,20	2,33	2,47
18	33					1,87	2,34	2,75	1,93	2,41	2,96	2,98	3,00
	40					1,83	2,23	2,62	1,87	2,30	2,82	2,84	2,86
	50					1,75	2,10	2,47	1,78	2,17	2,59	2,64	2,70
	55					1,70	2,06	2,41	1,74	2,12	2,46	2,54	2,63
	60					1,66	2,02	2,36	1,68	2,08	2,36	2,46	2,57
	62,5					1,61	1,99	2,33	1,63	2,05	2,31	2,42	2,54
	75					1,39	1,80	2,21	1,41	1,88	2,11	2,25	2,41
20	33								1,85	2,36	2,90	2,92	2,94
	40								1,79	2,25	2,76	2,78	2,81
	50								1,69	2,13	2,48	2,56	2,65
	55								1,64	2,08	2,37	2,47	2,59
	60								1,59	2,03	2,27	2,40	2,54
	62,5								1,54	2,01	2,22	2,36	2,51
	75								1,34	1,78	2,03	2,20	2,40
22	33								1,78	2,32	2,85	2,87	2,89
	40								1,72	2,21	2,68	2,71	2,75
	50								1,61	2,09	2,39	2,49	2,61
	55								1,56	2,04	2,27	2,40	2,54
	60								1,52	1,97	2,18	2,32	2,49
	62,5								1,47	1,92	2,14	2,29	2,46
	75								1,27	1,70	1,96	2,14	2,35
24	33								1,72	2,28	2,80	2,82	2,84
	40								1,66	2,17	2,58	2,64	2,71
	50								1,55	2,05	2,31	2,43	2,56
	55								1,50	1,98	2,20	2,34	2,50
	60								1,45	1,89	2,11	2,27	2,45
	62,5								1,41	1,84	2,07	2,23	2,42
	75								1,22	1,63	1,86	2,07	2,31

Tabelle 6.1: Zulässige Stützweiten im Montagezustand

6.5

Gitterträgerhöhe h (cm)			10						11						
Decken-dicke h (cm)	Träger-abstand s_T (cm)	OG	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	MQ $d_1 = 5$	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	MQ $d_1 = 5$	MQ $d_1 = 6$
		Dia UG	Ø 6 Ø 6	Ø 6 Ø 6	Ø 6 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 6 Ø 6	Ø 6 Ø 6	Ø 6 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 7 Ø 6
12	33														
	40														
	50							4,15							
	55							4,11							
	60							4,06							
	62,5							4,04							
14	33														
	40														
	50							3,94						4,24	4,24
	55							3,90						4,22	4,22
	60							3,86						4,19	4,19
	62,5							3,84						4,18	4,18
	75							3,64						3,90	3,90
15	33		2,11	2,56	3,15	3,21	3,28								
	40		2,05	2,44	3,00	3,07	3,15								
	50		1,98	2,31	2,84	2,90	2,97	3,85						4,15	4,15
	55		1,91	2,25	2,74	2,81	2,89	3,81						4,12	4,12
	60		1,85	2,20	2,64	2,72	2,82	3,77						4,10	4,10
	62,5		1,79	2,18	2,59	2,68	2,79	3,75						4,08	4,08
	75		1,55	2,05	2,36	2,51	2,68	3,53						3,80	3,80
16	33		2,06	2,53	3,12	3,18	3,24		2,10	2,59	3,20	3,30	3,41		
	40		2,00	2,41	2,97	3,04	3,11		2,03	2,47	3,05	3,16	3,28		
	50		1,91	2,28	2,80	2,86	2,93	3,76	1,94	2,33	2,89	2,98	3,09	4,05	4,05
	55		1,85	2,23	2,70	2,77	2,85	3,72	1,87	2,28	2,82	2,90	3,00	4,02	4,02
	60		1,79	2,18	2,59	2,68	2,78	3,68	1,80	2,23	2,70	2,81	2,93	4,00	4,00
	62,5		1,74	2,16	2,53	2,63	2,75	3,66	1,75	2,21	2,64	2,76	2,90	3,98	3,98
	75		1,51	2,01	2,31	2,45	2,61	3,42	1,52	2,02	2,41	2,57	2,75	3,69	3,69
18	33		1,97	2,48	3,05	3,11	3,17		2,01	2,53	3,13	3,23	3,34		
	40		1,90	2,36	2,91	2,97	3,03		1,93	2,41	2,99	3,09	3,20		
	50		1,80	2,23	2,71	2,78	2,86	3,60	1,83	2,28	2,82	2,91	3,01	3,88	3,88
	55		1,75	2,18	2,58	2,67	2,78	3,56	1,76	2,23	2,70	2,81	2,93	3,85	3,85
	60		1,69	2,13	2,47	2,59	2,72	3,52	1,70	2,16	2,58	2,71	2,86	3,83	3,83
	62,5		1,64	2,10	2,42	2,55	2,69	3,50	1,65	2,12	2,53	2,67	2,83	3,81	3,81
	75		1,42	1,89	2,21	2,37	2,55	3,13	1,43	1,91	2,31	2,49	2,69	3,46	3,46
20	33		1,89	2,43	2,99	3,05	3,11		1,92	2,48	3,07	3,16	3,27		
	40		1,82	2,31	2,85	2,91	2,97		1,85	2,36	2,93	3,02	3,13		
	50		1,71	2,19	2,60	2,69	2,80	3,42	1,73	2,24	2,72	2,83	2,95	3,70	3,75
	55		1,65	2,14	2,48	2,60	2,73	3,42	1,67	2,16	2,59	2,72	2,87	3,70	3,73
	60		1,60	2,06	2,38	2,52	2,67	3,38	1,61	2,08	2,48	2,63	2,80	3,67	3,68
	62,5		1,55	2,02	2,33	2,47	2,64	3,36	1,56	2,03	2,44	2,59	2,77	3,66	3,66
	75		1,35	1,80	2,13	2,31	2,52	2,89	1,36	1,81	2,22	2,41	2,63	3,25	3,25
22	33		1,81	2,38	2,94	2,99	3,05		1,85	2,44	3,02	3,11	3,21		
	40		1,75	2,27	2,78	2,84	2,91		1,78	2,32	2,88	2,97	3,07		
	50		1,63	2,15	2,51	2,62	2,75	3,17	1,65	2,18	2,62	2,75	2,89	3,64	3,64
	55		1,58	2,07	2,39	2,53	2,68	3,17	1,59	2,08	2,50	2,64	2,81	3,63	3,63
	60		1,53	1,98	2,29	2,44	2,62	3,17	1,54	2,00	2,39	2,55	2,74	3,62	3,62
	62,5		1,48	1,93	2,25	2,41	2,59	3,17	1,49	1,95	2,35	2,52	2,71	3,61	3,61
	75		1,28	1,71	2,05	2,24	2,46	2,69	1,29	1,73	2,14	2,34	2,57	3,03	3,03
24	33		1,75	2,34	2,88	2,94	3,00		1,79	2,39	2,96	3,05	3,16		
	40		1,69	2,23	2,70	2,77	2,86		1,71	2,28	2,82	2,91	3,01		
	50		1,56	2,09	2,42	2,55	2,70	2,96	1,58	2,11	2,53	2,67	2,83	3,52	3,52
	55		1,51	2,00	2,31	2,46	2,63	2,96	1,52	2,01	2,41	2,57	2,75	3,51	3,51
	60		1,46	1,90	2,21	2,38	2,57	2,96	1,47	1,91	2,31	2,49	2,69	3,49	3,49
	62,5		1,42	1,85	2,17	2,34	2,54	2,96	1,43	1,87	2,26	2,45	2,66	3,39	3,39
	75		1,23	1,64	1,97	2,16	2,38	2,51	1,24	1,65	2,07	2,24	2,44	2,83	2,83

6.6

Gitterträgerhöhe h (cm)			12							13						
Decken-dicke h (cm)	Träger-abstand s_T (cm)	OG	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	MQ $d_1 = 5$	MQ $d_1 = 6$	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	MQ $d_1 = 5$	MQ $d_1 = 6$
		Dia UG	Ø 6 Ø 6	Ø 6 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 6 Ø 6	Ø 6 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 7 Ø 6	Ø 7 Ø 6
12	33															
	40															
	50															
	55															
	60															
	62,5															
14	33															
	40															
	50							4,54	4,54							
	55							4,53	4,53							
	60							4,52	4,52							
	62,5							4,51	4,51							
	75							4,16	4,16							
15	33															
	40															
	50							4,44	4,49							
	55							4,43	4,46							
	60							4,42	4,43							
	62,5							4,41	4,41							
	75							4,06	4,06							
16	33															
	40															
	50							4,33	4,43						4,54	4,69
	55							4,32	4,38						4,49	4,58
	60							4,31	4,33						4,43	4,48
	62,5							4,30	4,30						4,40	4,42
	75							3,96	3,96						4,05	4,05
18	33		2,05	2,60	3,21	3,33	3,46			2,09	2,66	3,28	3,42	3,58		
	40		1,96	2,47	3,06	3,18	3,32			1,99	2,53	3,13	3,27	3,44		
	50		1,85	2,34	2,89	3,00	3,13	4,15	4,15	1,87	2,37	2,96	3,09	3,24	4,35	4,44
	55		1,77	2,25	2,80	2,91	3,04	4,14	4,14	1,79	2,26	2,89	3,01	3,15	4,30	4,36
	60		1,71	2,16	2,69	2,82	2,97	4,13	4,13	1,72	2,16	2,79	2,93	3,08	4,25	4,28
	62,5		1,66	2,12	2,63	2,77	2,94	4,12	4,12	1,67	2,12	2,73	2,87	3,04	4,22	4,24
	75		1,44	1,91	2,40	2,58	2,79	3,79	3,79	1,45	1,91	2,49	2,67	2,88	3,88	3,88
20	33		1,96	2,55	3,15	3,26	3,39			2,00	2,61	3,22	3,36	3,51		
	40		1,88	2,42	3,00	3,12	3,25			1,91	2,48	3,07	3,21	3,37		
	50		1,75	2,26	2,81	2,93	3,06	3,98	4,08	1,77	2,27	2,90	3,02	3,16	4,18	4,32
	55		1,68	2,17	2,70	2,83	2,98	3,97	4,03	1,70	2,17	2,80	2,93	3,08	4,13	4,22
	60		1,62	2,08	2,58	2,73	2,91	3,96	3,98	1,63	2,08	2,68	2,83	3,01	4,08	4,12
	62,5		1,57	2,03	2,54	2,69	2,87	3,95	3,95	1,58	2,03	2,63	2,79	2,97	4,05	4,07
	75		1,37	1,81	2,31	2,51	2,73	3,60	3,60	1,38	1,81	2,40	2,60	2,82	3,71	3,71
22	33		1,89	2,50	3,09	3,20	3,33			1,92	2,56	3,16	3,30	3,45		
	40		1,80	2,38	2,95	3,06	3,18			1,83	2,44	3,01	3,14	3,29		
	50		1,67	2,19	2,73	2,86	3,00	3,84	3,93	1,69	2,19	2,83	2,96	3,10	4,03	4,16
	55		1,61	2,09	2,60	2,75	2,92	3,83	3,88	1,62	2,09	2,70	2,85	3,02	3,98	4,06
	60		1,55	2,00	2,49	2,66	2,85	3,82	3,83	1,56	2,00	2,58	2,75	2,95	3,93	3,97
	62,5		1,50	1,95	2,44	2,61	2,81	3,81	3,81	1,51	1,95	2,53	2,71	2,91	3,90	3,92
	75		1,30	1,73	2,23	2,41	2,62	3,34	3,34	1,31	1,73	2,31	2,48	2,67	3,51	3,51
24	33		1,82	2,46	3,04	3,15	3,28			1,86	2,52	3,11	3,24	3,39		
	40		1,74	2,34	2,89	3,00	3,12			1,76	2,35	2,96	3,09	3,23		
	50		1,60	2,11	2,63	2,77	2,94	3,71	3,79	1,62	2,12	2,73	2,87	3,04	3,88	4,01
	55		1,54	2,02	2,51	2,67	2,86	3,70	3,75	1,55	2,02	2,61	2,77	2,96	3,84	3,92
	60		1,48	1,91	2,40	2,58	2,79	3,69	3,70	1,49	1,91	2,49	2,68	2,89	3,79	3,83
	62,5		1,44	1,87	2,35	2,54	2,76	3,68	3,68	1,45	1,87	2,44	2,63	2,85	3,77	3,79
	75		1,25	1,65	2,15	2,29	2,44	3,12	3,12	1,26	1,65	2,23	2,33	2,44	3,34	3,34

6.7

Gitterträgerhöhe h (cm)			14							15						
Decken-dicke h (cm)	Träger-abstand s_T (cm)	OG	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	MQ $d_1 = 5$	MQ $d_1 = 6$	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	MQ $d_1 = 5$	MQ $d_1 = 6$
		Dia	Ø 6	Ø 6	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 6	Ø 6	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 8	Ø 8
		UG	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6
12	33															
	40															
	50															
	55															
	60															
	62,5															
14	33															
	40															
	50															
	55															
	60															
	62,5															
	75															
15	33															
	40															
	50															
	55															
	60															
	62,5															
	75															
16	33															
	40															
	50							4,75	4,94							
	55							4,65	4,78							
	60							4,55	4,62							
	62,5							4,50	4,54							
	75							4,14	4,14							
18	33															
	40															
	50							4,55	4,73						4,70	4,99
	55							4,45	4,58						4,58	4,78
	60							4,36	4,43						4,47	4,56
	62,5							4,31	4,35						4,41	4,45
	75							3,97	3,97						4,06	4,06
20	33		2,05	2,67	3,29	3,43	3,60			2,10	2,74	3,35	3,51	3,69		
	40		1,94	2,54	3,13	3,28	3,45			1,98	2,54	3,19	3,35	3,53		
	50		1,80	2,27	2,96	3,09	3,24	4,37	4,55	1,83	2,27	3,02	3,16	3,32	4,51	4,80
	55		1,72	2,17	2,88	3,01	3,16	4,28	4,40	1,74	2,17	2,95	3,08	3,23	4,40	4,59
	60		1,65	2,08	2,77	2,91	3,08	4,19	4,25	1,67	2,08	2,86	3,00	3,15	4,29	4,38
	62,5		1,60	2,03	2,72	2,87	3,04	4,14	4,18	1,62	2,03	2,81	2,95	3,11	4,24	4,28
	75		1,39	1,81	2,49	2,66	2,85	3,81	3,81	1,41	1,81	2,58	2,72	2,87	3,90	3,90
22	33		1,97	2,63	3,23	3,37	3,54			2,02	2,66	3,29	3,45	3,63		
	40		1,87	2,44	3,07	3,21	3,38			1,90	2,44	3,13	3,28	3,46		
	50		1,72	2,19	2,90	3,03	3,18	4,21	4,38	1,74	2,19	2,96	3,10	3,25	4,28	4,62
	55		1,64	2,09	2,79	2,93	3,09	4,12	4,24	1,66	2,09	2,88	3,01	3,16	4,19	4,42
	60		1,57	2,00	2,67	2,83	3,02	4,03	4,10	1,59	2,00	2,76	2,91	3,09	4,11	4,22
	62,5		1,53	1,95	2,62	2,79	2,98	3,99	4,03	1,54	1,95	2,70	2,86	3,05	4,07	4,12
	75		1,33	1,73	2,39	2,52	2,67	3,67	3,67	1,34	1,73	2,47	2,56	2,67	3,76	3,76
24	33		1,90	2,56	3,17	3,31	3,48			1,94	2,56	3,23	3,38	3,56		
	40		1,80	2,35	3,02	3,16	3,31			1,83	2,35	3,08	3,22	3,39		
	50		1,64	2,12	2,82	2,96	3,12	4,05	4,23	1,67	2,12	2,91	3,04	3,19	4,05	4,47
	55		1,57	2,02	2,70	2,85	3,03	3,97	4,09	1,59	2,02	2,79	2,93	3,10	3,98	4,27
	60		1,51	1,91	2,58	2,75	2,94	3,89	3,96	1,52	1,91	2,67	2,82	2,99	3,90	4,08
	62,5		1,46	1,87	2,53	2,70	2,89	3,85	3,89	1,48	1,87	2,61	2,76	2,93	3,86	3,98
	75		1,27	1,65	2,31	2,37	2,44	3,55	3,55	1,28	1,65	2,39	2,41	2,44	3,60	3,63

6.8

Gitterträgerhöhe h (cm)			16							17						
Decken-dicke h (cm)	Träger-abstand s_T (cm)	OG	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	MQ $d_1 = 5$	MQ $d_1 = 6$	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	MQ $d_1 = 5$	MQ $d_1 = 6$
		Dia	Ø 6	Ø 6	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 8	Ø 8	Ø 6	Ø 6	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 8	Ø 8
		UG	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6
12	33															
	40															
	50															
	55															
	60															
	62,5															
14	33															
	40															
	50															
	55															
	60															
	62,5															
	75															
15	33															
	40															
	50															
	55															
	60															
	62,5															
	75															
16	33															
	40															
	50															
	55															
	60															
	62,5															
	75															
18	33															
	40															
	50							4,84	5,25							
	55							4,70	4,97							
	60							4,57	4,69							
	62,5							4,50	4,55							
	75							4,15	4,15							
20	33															
	40															
	50							4,65	5,05						4,67	5,15
	55							4,52	4,78						4,56	4,88
	60							4,39	4,51						4,45	4,60
	62,5							4,33	4,37						4,40	4,46
	75							3,98	3,98						4,07	4,07
22	33		2,06	2,66	3,31	3,49	3,69			2,11	2,66	3,33	3,53	3,75		
	40		1,93	2,44	3,15	3,32	3,52			1,97	2,44	3,17	3,36	3,57		
	50		1,77	2,19	2,98	3,13	3,31	4,34	4,86	1,79	2,19	3,00	3,17	3,37	4,34	4,96
	55		1,68	2,09	2,91	3,05	3,22	4,26	4,60	1,70	2,09	2,93	3,09	3,28	4,26	4,70
	60		1,60	2,00	2,80	2,96	3,14	4,18	4,34	1,62	2,00	2,83	3,00	3,20	4,18	4,43
	62,5		1,56	1,95	2,74	2,91	3,10	4,14	4,21	1,57	1,95	2,77	2,95	3,15	4,14	4,30
	75		1,36	1,73	2,50	2,58	2,67	3,84	3,84	1,37	1,73	2,53	2,60	2,67	3,88	3,92
24	33		1,99	2,56	3,25	3,42	3,62			2,03	2,56	3,27	3,46	3,68		
	40		1,86	2,35	3,10	3,26	3,45			1,90	2,35	3,12	3,30	3,50		
	50		1,69	2,12	2,93	3,08	3,25	4,05	4,70	1,72	2,12	2,95	3,11	3,30	4,05	4,80
	55		1,61	2,02	2,82	2,98	3,16	3,98	4,45	1,63	2,02	2,85	3,02	3,21	3,98	4,54
	60		1,53	1,91	2,70	2,84	3,01	3,91	4,20	1,55	1,91	2,73	2,87	3,02	3,91	4,28
	62,5		1,49	1,87	2,65	2,78	2,93	3,87	4,07	1,50	1,87	2,68	2,80	2,93	3,87	4,15
	75		1,30	1,65	2,42	2,43	2,44	3,65	3,71	1,31	1,65	2,44	2,44	2,44	3,65	3,79

6.9

Gitterträgerhöhe h (cm)			18							19			20		21		22	23	24
Decken-dicke h (cm)	Träger-abstand s_T (cm)	OG	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	MQ $d_1 = 5$	MQ $d_1 = 6$	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 8	Ø 10	Ø 8	Ø 10	Ø 10	Ø 10	Ø 10
		Dia	Ø 6	Ø 6	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 8	Ø 8	Ø 6	Ø 6	Ø 7	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6
		UG	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6
12	33																		
	40																		
	50																		
	55																		
	60																		
	62,5																		
14	33																		
	40																		
	50																		
	55																		
	60																		
	62,5																		
	75																		
15	33																		
	40																		
	50																		
	55																		
	60																		
	62,5																		
	75																		
16	33																		
	40																		
	50																		
	55																		
	60																		
	62,5																		
	75																		
18	33																		
	40																		
	50																		
	55																		
	60																		
	62,5																		
	75																		
20	33																		
	40																		
	50							4,68	5,25										
	55							4,59	4,97										
	60							4,50	4,69										
	62,5							4,46	4,55										
	75							4,15	4,15										
22	33																		
	40																		
	50							4,34	5,06										
	55							4,26	4,79										
	60							4,18	4,52										
	62,5							4,14	4,38										
	75							3,91	4,00										
24	33		2,07	2,56	3,34	3,53	3,74			2,11	2,56	3,40							
	40		1,93	2,35	3,18	3,36	3,56			1,96	2,35	3,24							
	50		1,74	2,12	3,01	3,17	3,36	4,05	4,89	1,77	2,12	3,06							
	55		1,65	2,02	2,89	3,07	3,27	3,98	4,63	1,67	2,02	2,92							
	60		1,56	1,91	2,77	2,90	3,04	3,91	4,36	1,58	1,91	2,80							
	62,5		1,52	1,87	2,71	2,81	2,93	3,87	4,23	1,54	1,87	2,74							
	75		1,32	1,65	2,44	2,44	2,44	3,65	3,86	1,34	1,65	2,44							

6.10

Gitterträgerhöhe h (cm)			11							12						
Decken-dicke h (cm)	Träger-abstand s_T (cm)	OG	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	MQ $d_1 = 5$	MQ $d_1 = 6$	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	MQ $d_1 = 5$	MQ $d_1 = 6$
		Dia	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 6	Ø 6	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 7
		UG	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6
25	33		1,76	2,38	2,94	3,03	3,14			1,79	2,44	3,02	3,13	3,25		
	40		1,68	2,26	2,78	2,87	2,98			1,71	2,30	2,86	2,97	3,09		
	50		1,55	2,07	2,49	2,64	2,81	3,46	3,46	1,57	2,08	2,59	2,74	2,91	3,65	3,73
	55		1,49	1,98	2,38	2,54	2,73	3,45	3,45	1,51	1,98	2,48	2,64	2,83	3,64	3,69
	60		1,44	1,88	2,28	2,46	2,67	3,41	3,41	1,45	1,88	2,37	2,55	2,75	3,63	3,64
	62,5		1,40	1,83	2,23	2,42	2,64	3,28	3,28	1,41	1,83	2,32	2,50	2,71	3,62	3,62
	75		1,21	1,62	2,04	2,18	2,35	2,74	2,74	1,22	1,62	2,14	2,24	2,35	3,02	3,02
26	33		1,73	2,36	2,91	3,00	3,11			1,76	2,42	2,99	3,10	3,22		
	40		1,66	2,25	2,74	2,84	2,95			1,68	2,26	2,83	2,94	3,06		
	50		1,52	2,04	2,45	2,60	2,78	3,41	3,41	1,54	2,04	2,55	2,70	2,88	3,59	3,67
	55		1,46	1,94	2,34	2,51	2,70	3,39	3,39	1,48	1,94	2,43	2,60	2,80	3,58	3,63
	60		1,41	1,84	2,24	2,43	2,64	3,30	3,30	1,42	1,84	2,33	2,51	2,71	3,57	3,59
	62,5		1,37	1,79	2,19	2,39	2,61	3,18	3,18	1,38	1,79	2,28	2,46	2,66	3,53	3,53
	75		1,19	1,59	2,00	2,12	2,26	2,65	2,65	1,20	1,59	2,08	2,16	2,26	2,93	2,93
28	33		1,68	2,32	2,87	2,96	3,07			1,71	2,38	2,94	3,05	3,18		
	40		1,61	2,17	2,66	2,78	2,91			1,63	2,19	2,77	2,89	3,02		
	50		1,46	1,97	2,38	2,55	2,74	3,30	3,30	1,48	1,98	2,48	2,65	2,84	3,48	3,56
	55		1,41	1,87	2,27	2,45	2,66	3,29	3,29	1,42	1,87	2,36	2,53	2,73	3,47	3,52
	60		1,36	1,77	2,17	2,34	2,54	3,11	3,11	1,37	1,77	2,26	2,41	2,58	3,37	3,48
	62,5		1,32	1,73	2,13	2,29	2,48	2,99	2,99	1,33	1,73	2,22	2,36	2,51	3,32	3,32
	75		1,15	1,53	1,90	2,00	2,11	2,49	2,49	1,15	1,53	2,00	2,05	2,11	2,75	2,75
30	33		1,63	2,29	2,83	2,92	3,02			1,66	2,30	2,90	3,01	3,13		
	40		1,55	2,11	2,58	2,71	2,86			1,58	2,12	2,69	2,82	2,97		
	50		1,42	1,91	2,31	2,49	2,69	3,21	3,21	1,43	1,91	2,40	2,58	2,79	3,38	3,46
	55		1,36	1,80	2,20	2,40	2,62	3,16	3,16	1,37	1,81	2,29	2,46	2,65	3,28	3,42
	60		1,32	1,71	2,11	2,26	2,44	2,93	2,93	1,32	1,71	2,20	2,32	2,45	3,18	3,29
	62,5		1,28	1,67	2,07	2,20	2,35	2,82	2,82	1,29	1,67	2,15	2,24	2,35	3,13	3,13
	75		1,08	1,48	1,78	1,86	1,96	2,36	2,36	1,08	1,48	1,87	1,91	1,96	2,60	2,60
32	33		1,58	2,22	2,74	2,85	2,98			1,61	2,24	2,86	2,98	3,09		
	40		1,50	2,05	2,51	2,66	2,84			1,53	2,06	2,62	2,84	2,95		
	50		1,37	1,85	2,25	2,45	2,68	3,13	3,13	1,39	1,85	2,34	2,64	2,75	3,20	3,37
	55		1,32	1,75	2,14	2,31	2,50	2,99	2,99	1,33	1,75	2,23	2,50	2,50	3,11	3,33
	60		1,27	1,66	2,05	2,29	2,29	2,78	2,78	1,27	1,66	2,14	2,29	2,29	3,01	3,12
	62,5		1,22	1,62	2,00	2,20	2,20	2,67	2,67	1,22	1,62	2,09	2,20	2,20	2,97	2,97
	75		1,02	1,43	1,67	1,83	1,83	2,23	2,23	1,02	1,43	1,83	1,83	1,83	2,46	2,46
35	33		1,52	2,14	2,63	2,77	2,92			1,55	2,15	2,75	2,92	3,03		
	40		1,44	1,97	2,41	2,58	2,78			1,46	1,98	2,52	2,78	2,89		
	50		1,31	1,77	2,16	2,32	2,51	2,97	2,97	1,33	1,77	2,25	2,51	2,51	2,97	3,25
	55		1,26	1,67	2,06	2,29	2,29	2,77	2,77	1,27	1,67	2,15	2,29	2,29	2,88	3,16
	60		1,16	1,59	1,90	2,10	2,10	2,58	2,58	1,16	1,59	2,06	2,10	2,10	2,79	2,89
	62,5		1,12	1,54	1,83	2,01	2,01	2,48	2,48	1,12	1,54	2,01	2,01	2,01	2,75	2,75
	75			1,37	1,52	1,68	1,68	2,07	2,07		1,37	1,68	1,68	1,68	2,28	2,28
38	33		1,47	2,06	2,54	2,78	2,87			1,50	2,07	2,65	2,87	2,98		
	40		1,38	1,90	2,32	2,64	2,73			1,41	1,91	2,43	2,73	2,84		
	50		1,26	1,70	2,09	2,32	2,32	2,76	2,76	1,26	1,70	2,17	2,32	2,32	2,76	3,13
	55		1,17	1,60	1,91	2,11	2,11	2,58	2,58	1,17	1,61	2,07	2,11	2,11	2,68	2,95
	60		1,08	1,52	1,75	1,93	1,93	2,40	2,40	1,08	1,52	1,93	1,93	1,93	2,60	2,69
	62,5		1,04	1,48	1,68	1,85	1,85	2,31	2,31	1,04	1,48	1,85	1,85	1,85	2,56	2,56
	75			1,32	1,40	1,54	1,54	1,92	1,92		1,31	1,54	1,54	1,54	2,13	2,13
40	33		1,44	2,01	2,48	2,75	2,84			1,47	2,03	2,59	2,84	2,95		
	40		1,34	1,85	2,27	2,58	2,70			1,37	1,86	2,37	2,68	2,75		
	50		1,22	1,65	2,00	2,20	2,20	2,64	2,64	1,22	1,66	2,13	2,20	2,20	2,64	3,06
	55		1,11	1,56	1,82	2,00	2,00	2,47	2,47	1,11	1,56	2,00	2,00	2,00	2,57	2,82
	60		1,02	1,48	1,67	1,83	1,83	2,30	2,30	1,02	1,48	1,83	1,83	1,83	2,49	2,57
	62,5		0,98	1,44	1,60	1,76	1,76	2,21	2,21	0,98	1,44	1,76	1,76	1,76	2,45	2,45
	75			1,28	1,33	1,47	1,47	1,82	1,82		1,28	1,47	1,47	1,47	2,03	2,03

6.11

Gitterträgerhöhe h (cm)			13							14						
Decken-dicke h (cm)	Träger-abstand s_T (cm)	OG	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	MQ $d_1 = 5$	MQ $d_1 = 6$	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	MQ $d_1 = 5$	MQ $d_1 = 6$
		Dia	Ø 6	Ø 6	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 6	Ø 6	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 7
		UG	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6
25	33		1,82	2,49	3,09	3,22	3,36			1,87	2,51	3,15	3,29	3,45		
	40		1,73	2,31	2,94	3,06	3,20			1,77	2,31	3,00	3,13	3,28		
	50		1,59	2,08	2,69	2,84	3,01	3,83	3,95	1,61	2,08	2,78	2,92	3,09	3,93	4,17
	55		1,52	1,98	2,57	2,74	2,93	3,78	3,86	1,54	1,98	2,66	2,82	3,01	3,85	4,03
	60		1,46	1,88	2,46	2,63	2,83	3,73	3,77	1,48	1,88	2,55	2,70	2,87	3,78	3,90
	62,5		1,42	1,83	2,41	2,58	2,78	3,71	3,72	1,43	1,83	2,49	2,63	2,80	3,74	3,83
	75		1,23	1,62	2,23	2,29	2,35	3,33	3,33	1,24	1,62	2,31	2,33	2,35	3,49	3,50
26	33		1,79	2,47	3,06	3,19	3,33			1,84	2,47	3,12	3,26	3,42		
	40		1,71	2,27	2,91	3,03	3,17			1,74	2,27	2,97	3,10	3,25		
	50		1,56	2,05	2,65	2,80	2,98	3,77	3,89	1,58	2,05	2,74	2,89	3,06	3,80	4,10
	55		1,49	1,94	2,52	2,70	2,90	3,72	3,80	1,51	1,94	2,61	2,78	2,98	3,73	3,97
	60		1,43	1,84	2,42	2,58	2,77	3,66	3,71	1,45	1,84	2,50	2,64	2,80	3,66	3,84
	62,5		1,39	1,79	2,37	2,53	2,71	3,63	3,66	1,40	1,79	2,45	2,57	2,71	3,63	3,77
	75		1,21	1,59	2,16	2,21	2,26	3,23	3,23	1,22	1,59	2,21	2,23	2,26	3,43	3,44
28	33		1,74	2,39	3,01	3,14	3,29			1,78	2,39	3,07	3,21	3,38		
	40		1,65	2,20	2,87	2,99	3,12			1,68	2,20	2,93	3,06	3,20		
	50		1,50	1,99	2,57	2,74	2,93	3,58	3,77	1,52	1,99	2,66	2,81	2,99	3,58	3,98
	55		1,44	1,87	2,45	2,61	2,79	3,51	3,68	1,45	1,87	2,54	2,68	2,83	3,51	3,85
	60		1,38	1,77	2,34	2,47	2,62	3,44	3,60	1,39	1,77	2,42	2,52	2,63	3,44	3,72
	62,5		1,34	1,73	2,30	2,41	2,53	3,41	3,55	1,35	1,73	2,38	2,45	2,53	3,41	3,66
	75		1,16	1,53	2,10	2,10	2,11	3,04	3,04	1,16	1,53	2,10	2,10	2,11	3,22	3,32
30	33		1,69	2,32	2,97	3,10	3,24			1,73	2,32	3,03	3,17	3,33		
	40		1,60	2,13	2,79	2,92	3,07			1,63	2,13	2,87	3,00	3,15		
	50		1,45	1,92	2,49	2,67	2,88	3,38	3,66	1,47	1,92	2,58	2,73	2,91	3,38	3,86
	55		1,39	1,81	2,38	2,52	2,67	3,32	3,58	1,40	1,81	2,46	2,56	2,67	3,32	3,74
	60		1,33	1,71	2,28	2,36	2,46	3,25	3,49	1,35	1,71	2,36	2,41	2,46	3,25	3,61
	62,5		1,29	1,67	2,23	2,29	2,35	3,22	3,44	1,30	1,67	2,29	2,32	2,35	3,22	3,55
	75		1,08	1,48	1,96	1,96	1,96	2,87	2,87	1,08	1,48	1,96	1,96	1,96	3,04	3,13
32	33		1,64	2,25	2,93	3,06	3,19			1,68	2,25	2,99	3,13	3,28		
	40		1,55	2,07	2,73	2,92	3,04			1,59	2,07	2,84	2,99	3,13		
	50		1,40	1,86	2,43	2,73	2,75	3,20	3,57	1,42	1,86	2,51	2,75	2,75	3,20	3,76
	55		1,34	1,75	2,36	2,50	2,50	3,14	3,48	1,36	1,75	2,45	2,50	2,50	3,14	3,64
	60		1,27	1,66	2,25	2,29	2,29	3,08	3,40	1,27	1,66	2,29	2,29	2,29	3,08	3,52
	62,5		1,22	1,62	2,20	2,20	2,20	3,05	3,26	1,22	1,62	2,20	2,20	2,20	3,05	3,46
	75		1,02	1,43	1,83	1,83	1,83	2,72	2,72	1,02	1,43	1,83	1,83	1,83	2,88	2,97
35	33		1,58	2,17	2,87	3,00	3,13			1,62	2,17	2,93	3,08	3,22		
	40		1,49	1,99	2,62	2,86	2,99			1,52	1,99	2,72	2,93	3,07		
	50		1,34	1,78	2,34	2,51	2,51	2,97	3,43	1,36	1,78	2,42	2,51	2,51	2,97	3,62
	55		1,27	1,67	2,26	2,29	2,29	2,91	3,35	1,27	1,67	2,29	2,29	2,29	2,91	3,51
	60		1,16	1,59	2,10	2,10	2,10	2,86	3,17	1,16	1,59	2,10	2,10	2,10	2,86	3,39
	62,5		1,12	1,54	2,01	2,01	2,01	2,83	3,02	1,12	1,54	2,01	2,01	2,01	2,83	3,30
	75			1,37	1,68	1,68	1,68	2,52	2,52		1,37	1,68	1,68	1,68	2,67	2,75
38	33		1,53	2,09	2,76	2,95	3,08			1,56	2,09	2,86	3,02	3,16		
	40		1,43	1,91	2,52	2,81	2,89			1,46	1,91	2,61	2,88	2,89		
	50		1,28	1,70	2,26	2,32	2,32	2,76	3,31	1,28	1,70	2,32	2,32	2,32	2,76	3,50
	55		1,17	1,61	2,11	2,11	2,11	2,71	3,23	1,17	1,61	2,11	2,11	2,11	2,71	3,33
	60		1,08	1,52	1,93	1,93	1,93	2,66	2,96	1,07	1,52	1,93	1,93	1,93	2,66	3,16
	62,5		1,03	1,48	1,85	1,85	1,85	2,64	2,82	1,03	1,48	1,85	1,85	1,85	2,64	3,07
	75			1,31	1,54	1,54	1,54	2,35	2,35		1,31	1,54	1,54	1,54	2,49	2,56
40	33		1,49	2,04	2,69	2,92	3,05			1,53	2,04	2,80	2,99	3,13		
	40		1,39	1,87	2,46	2,75	2,75			1,42	1,87	2,56	2,75	2,75		
	50		1,22	1,66	2,20	2,20	2,20	2,64	3,24	1,22	1,66	2,20	2,20	2,20	2,64	3,36
	55		1,11	1,57	2,00	2,00	2,00	2,59	3,09	1,11	1,57	2,00	2,00	2,00	2,59	3,19
	60		1,02	1,48	1,83	1,83	1,83	2,55	2,83	1,02	1,48	1,83	1,83	1,83	2,55	3,02
	62,5		0,98	1,44	1,76	1,76	1,76	2,52	2,70	0,98	1,44	1,76	1,76	1,76	2,52	2,94
	75			1,28	1,47	1,47	1,47	2,24	2,24		1,28	1,47	1,47	1,47	2,38	2,45

6.12

Gitterträgerhöhe h (cm)			15							16					
Decken-dicke h (cm)	Träger-abstand s_T (cm)	OG	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	MQ $d_1 = 5$	MQ $d_1 = 6$	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	MQ $d_1 = 5$
		Dia	Ø 6	Ø 6	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 8	Ø 8	Ø 6	Ø 6	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 8
		UG	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6
25	33		1,91	2,51	3,21	3,36	3,54			1,95	2,51	3,23	3,40	3,60	
	40		1,80	2,31	3,06	3,20	3,36			1,83	2,31	3,08	3,24	3,42	
	50		1,64	2,08	2,87	3,01	3,16	3,93	4,40	1,66	2,08	2,90	3,05	3,22	3,93
	55		1,56	1,98	2,75	2,90	3,08	3,86	4,21	1,58	1,98	2,78	2,93	3,11	3,86
	60		1,49	1,88	2,63	2,76	2,91	3,78	4,02	1,50	1,88	2,66	2,78	2,92	3,79
	62,5		1,45	1,83	2,57	2,69	2,82	3,75	3,92	1,46	1,83	2,60	2,70	2,82	3,75
	75		1,26	1,62	2,39	2,37	2,35	3,52	3,58	1,27	1,62	2,37	2,36	2,35	3,54
26	33		1,88	2,47	3,18	3,33	3,51			1,92	2,47	3,20	3,37	3,57	
	40		1,77	2,27	3,03	3,17	3,33			1,80	2,27	3,05	3,21	3,39	
	50		1,60	2,05	2,83	2,97	3,13	3,80	4,33	1,63	2,05	2,87	3,02	3,19	3,80
	55		1,53	1,94	2,70	2,86	3,05	3,73	4,14	1,55	1,94	2,73	2,88	3,06	3,73
	60		1,46	1,84	2,58	2,69	2,82	3,66	3,95	1,47	1,84	2,62	2,71	2,82	3,66
	62,5		1,42	1,79	2,53	2,61	2,71	3,63	3,86	1,43	1,79	2,56	2,63	2,71	3,63
	75		1,23	1,59	2,26	2,26	2,26	3,43	3,52	1,25	1,59	2,26	2,26	2,26	3,43
28	33		1,82	2,39	3,13	3,28	3,46			1,86	2,39	3,15	3,32	3,52	
	40		1,71	2,20	2,99	3,13	3,28			1,74	2,20	3,01	3,16	3,34	
	50		1,55	1,99	2,74	2,88	3,03	3,58	4,20	1,57	1,99	2,78	2,91	3,06	3,58
	55		1,47	1,87	2,62	2,73	2,86	3,51	4,01	1,49	1,87	2,65	2,75	2,87	3,51
	60		1,41	1,77	2,50	2,57	2,64	3,44	3,83	1,42	1,77	2,54	2,59	2,64	3,44
	62,5		1,37	1,73	2,45	2,49	2,53	3,41	3,74	1,38	1,73	2,48	2,50	2,53	3,41
	75		1,16	1,53	2,10	2,10	2,10	3,22	3,40	1,16	1,53	2,10	2,10	2,10	3,22
30	33		1,77	2,32	3,09	3,24	3,41			1,81	2,32	3,11	3,28	3,47	
	40		1,66	2,13	2,94	3,07	3,22			1,69	2,13	2,96	3,11	3,28	
	50		1,49	1,92	2,67	2,79	2,93	3,38	4,08	1,51	1,92	2,70	2,81	2,93	3,38
	55		1,42	1,81	2,54	2,60	2,67	3,32	3,90	1,44	1,81	2,58	2,62	2,67	3,32
	60		1,36	1,71	2,43	2,44	2,46	3,25	3,72	1,36	1,71	2,44	2,45	2,46	3,25
	62,5		1,30	1,67	2,35	2,35	2,35	3,22	3,63	1,30	1,67	2,35	2,35	2,35	3,22
	75		1,08	1,48	1,96	1,96	1,96	3,04	3,22	1,08	1,48	1,96	1,96	1,96	3,04
32	33		1,72	2,25	3,05	3,20	3,36			1,76	2,25	3,07	3,25	3,42	
	40		1,62	2,07	2,90	3,05	3,20			1,65	2,07	2,92	3,09	3,26	
	50		1,45	1,86	2,60	2,75	2,75	3,20	3,97	1,47	1,86	2,63	2,75	2,75	3,20
	55		1,38	1,75	2,50	2,50	2,50	3,14	3,80	1,39	1,75	2,50	2,50	2,50	3,14
	60		1,27	1,66	2,29	2,29	2,29	3,08	3,62	1,27	1,66	2,29	2,29	2,29	3,08
	62,5		1,22	1,62	2,20	2,20	2,20	3,05	3,59	1,22	1,62	2,20	2,20	2,20	3,05
	75		1,02	1,43	1,83	1,83	1,83	2,88	3,14	1,02	1,43	1,83	1,83	1,83	2,88
35	33		1,66	2,17	2,99	3,14	3,30			1,69	2,17	3,01	3,18	3,35	
	40		1,55	1,99	2,82	3,00	3,14			1,58	1,99	2,85	3,03	3,14	
	50		1,38	1,78	2,50	2,51	2,51	2,97	3,77	1,39	1,78	2,51	2,51	2,51	2,97
	55		1,27	1,67	2,29	2,29	2,29	2,91	3,65	1,27	1,67	2,29	2,29	2,29	2,91
	60		1,16	1,59	2,10	2,10	2,10	2,86	3,49	1,16	1,59	2,10	2,10	2,10	2,86
	62,5		1,12	1,54	2,01	2,01	2,01	2,83	3,40	1,12	1,54	2,01	2,01	2,01	2,83
	75			1,37	1,68	1,68	1,68	2,67	2,91		1,37	1,68	1,68	1,68	2,67
38	33		1,60	2,09	2,94	3,09	3,24			1,63	2,09	2,96	3,13	3,30	
	40		1,49	1,91	2,70	2,89	2,89			1,52	1,91	2,73	2,89	2,89	
	50		1,28	1,70	2,32	2,32	2,32	2,76	3,51	1,28	1,70	2,32	2,32	2,32	2,76
	55		1,17	1,61	2,11	2,11	2,11	2,71	3,40	1,17	1,61	2,11	2,11	2,11	2,71
	60		1,07	1,52	1,93	1,93	1,93	2,66	3,29	1,07	1,52	1,93	1,93	1,93	2,66
	62,5		1,03	1,48	1,85	1,85	1,85	2,64	3,24	1,03	1,48	1,85	1,85	1,85	2,64
	75			1,31	1,54	1,54	1,54	2,49	2,71		1,31	1,54	1,54	1,54	2,49
40	33		1,56	2,04	2,90	3,05	3,20			1,60	2,04	2,92	3,09	3,26	
	40		1,45	1,87	2,65	2,75	2,75			1,48	1,87	2,68	2,75	2,75	
	50		1,22	1,66	2,20	2,20	2,20	2,64	3,36	1,22	1,66	2,20	2,20	2,20	2,64
	55		1,11	1,57	2,00	2,00	2,00	2,59	3,25	1,11	1,57	2,00	2,00	2,00	2,59
	60		1,02	1,48	1,83	1,83	1,83	2,55	3,15	1,02	1,48	1,83	1,83	1,83	2,55
	62,5		0,98	1,44	1,76	1,76	1,76	2,52	3,10	0,98	1,44	1,76	1,76	1,76	2,52
	75			1,28	1,47	1,47	1,47	2,38	2,59		1,28	1,47	1,47	1,47	2,38

6.13

Gitterträgerhöhe h (cm)			17							18						
Decken-dicke h (cm)	Träger-abstand s_T (cm)	OG	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	MQ $d_1 = 5$	MQ $d_1 = 6$	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	MQ $d_1 = 5$	MQ $d_1 = 6$
		Dia	Ø 6	Ø 6	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 8	Ø 8	Ø 6	Ø 6	Ø 7	Ø 7	Ø 7	Ø 8	Ø 8
		UG	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6
25	33		1,99	2,51	3,24	3,43	3,65			2,04	2,51	3,31	3,50	3,71		
	40		1,86	2,31	3,09	3,27	3,47			1,89	2,31	3,15	3,33	3,53		
	50		1,68	2,08	2,92	3,08	3,27	3,93	4,72	1,71	2,08	2,97	3,14	3,33	3,93	4,81
	55		1,60	1,98	2,80	2,96	3,14	3,86	4,47	1,61	1,98	2,84	3,00	3,18	3,86	4,56
	60		1,52	1,88	2,69	2,80	2,93	3,79	4,22	1,53	1,88	2,72	2,82	2,94	3,79	4,30
	62,5		1,47	1,83	2,63	2,72	2,82	3,75	4,09	1,49	1,83	2,66	2,73	2,82	3,75	4,17
	75		1,28	1,62	2,35	2,35	2,35	3,54	3,73	1,30	1,62	2,35	2,35	2,35	3,54	3,80
26	33		1,96	2,47	3,22	3,41	3,62			2,00	2,47	3,28	3,47	3,68		
	40		1,83	2,27	3,07	3,24	3,44			1,86	2,27	3,13	3,30	3,50		
	50		1,65	2,05	2,90	3,06	3,24	3,80	4,64	1,67	2,05	2,94	3,11	3,30	3,80	4,73
	55		1,56	1,94	2,76	2,90	3,07	3,73	4,40	1,58	1,94	2,80	2,93	3,08	3,73	4,48
	60		1,49	1,84	2,65	2,73	2,83	3,66	4,15	1,50	1,84	2,68	2,75	2,83	3,66	4,23
	62,5		1,45	1,79	2,59	2,65	2,71	3,63	4,02	1,46	1,79	2,62	2,66	2,71	3,63	4,10
	75		1,25	1,59	2,26	2,26	2,26	3,43	3,67	1,25	1,59	2,26	2,26	2,26	3,43	3,74
28	33		1,90	2,39	3,17	3,36	3,57			1,94	2,39	3,23	3,42	3,63		
	40		1,77	2,20	3,02	3,19	3,39			1,80	2,20	3,08	3,25	3,45		
	50		1,59	1,99	2,81	2,94	3,09	3,58	4,48	1,61	1,99	2,85	2,98	3,12	3,58	4,54
	55		1,51	1,87	2,68	2,77	2,87	3,51	4,25	1,52	1,87	2,71	2,79	2,88	3,51	4,32
	60		1,43	1,77	2,57	2,61	2,65	3,44	4,02	1,45	1,77	2,60	2,62	2,65	3,44	4,09
	62,5		1,39	1,73	2,51	2,52	2,53	3,41	3,90	1,39	1,73	2,51	2,52	2,53	3,41	3,98
	75		1,16	1,53	2,10	2,10	2,10	3,22	3,53	1,16	1,53	2,10	2,10	2,10	3,22	3,58
30	33		1,85	2,32	3,13	3,31	3,52			1,88	2,32	3,19	3,37	3,58		
	40		1,72	2,13	2,98	3,14	3,33			1,75	2,13	3,04	3,20	3,39		
	50		1,54	1,92	2,73	2,82	2,93	3,38	4,29	1,56	1,92	2,77	2,84	2,93	3,38	4,29
	55		1,46	1,81	2,61	2,64	2,67	3,32	4,09	1,47	1,81	2,64	2,65	2,67	3,32	4,12
	60		1,36	1,71	2,44	2,45	2,46	3,25	3,89	1,36	1,71	2,44	2,45	2,46	3,25	3,95
	62,5		1,30	1,67	2,35	2,35	2,35	3,22	3,79	1,30	1,67	2,35	2,35	2,35	3,22	3,86
	75		1,08	1,48	1,96	1,96	1,96	3,04	3,35	1,08	1,48	1,96	1,96	1,96	3,04	3,38
32	33		1,80	2,25	3,09	3,28	3,48			1,83	2,25	3,15	3,34	3,53		
	40		1,67	2,07	2,94	3,13	3,31			1,70	2,07	3,00	3,18	3,36		
	50		1,49	1,86	2,66	2,75	2,75	3,20	4,06	1,51	1,86	2,69	2,75	2,75	3,20	4,06
	55		1,39	1,75	2,50	2,50	2,50	3,14	3,94	1,39	1,75	2,50	2,50	2,50	3,14	3,94
	60		1,27	1,66	2,29	2,29	2,29	3,08	3,80	1,27	1,66	2,29	2,29	2,29	3,08	3,81
	62,5		1,22	1,62	2,20	2,20	2,20	3,05	3,68	1,22	1,62	2,20	2,20	2,20	3,05	3,75
	75		1,02	1,43	1,83	1,83	1,83	2,88	3,20	1,02	1,43	1,83	1,83	1,83	2,88	3,20
35	33		1,73	2,17	3,03	3,22	3,41			1,76	2,17	3,09	3,28	3,46		
	40		1,61	1,99	2,89	3,07	3,14			1,63	1,99	2,93	3,12	3,14		
	50		1,39	1,78	2,51	2,51	2,51	2,97	3,77	1,39	1,78	2,51	2,51	2,51	2,97	3,77
	55		1,27	1,67	2,29	2,29	2,29	2,91	3,65	1,27	1,67	2,29	2,29	2,29	2,91	3,65
	60		1,16	1,59	2,10	2,10	2,10	2,86	3,53	1,16	1,59	2,10	2,10	2,10	2,86	3,53
	62,5		1,12	1,54	2,01	2,01	2,01	2,83	3,47	1,12	1,54	2,01	2,01	2,01	2,83	3,47
	75			1,37	1,68	1,68	1,68	2,67	2,97		1,37	1,68	1,68	1,68	2,67	2,97
38	33		1,67	2,09	2,97	3,17	3,35			1,70	2,09	3,03	3,22	3,40		
	40		1,54	1,91	2,76	2,89	2,89			1,57	1,91	2,80	2,89	2,89		
	50		1,28	1,70	2,32	2,32	2,32	2,76	3,51	1,28	1,70	2,32	2,32	2,32	2,76	3,51
	55		1,17	1,61	2,11	2,11	2,11	2,71	3,40	1,17	1,61	2,11	2,11	2,11	2,71	3,40
	60		1,07	1,52	1,93	1,93	1,93	2,66	3,29	1,07	1,52	1,93	1,93	1,93	2,66	3,29
	62,5		1,03	1,48	1,85	1,85	1,85	2,64	3,24	1,03	1,48	1,85	1,85	1,85	2,64	3,24
	75			1,31	1,54	1,54	1,54	2,49	2,76		1,31	1,54	1,54	1,54	2,49	2,76
40	33		1,63	2,04	2,94	3,15	3,31			1,66	2,04	3,00	3,19	3,33		
	40		1,51	1,87	2,72	2,75	2,75			1,53	1,87	2,75	2,75	2,75		
	50		1,22	1,66	2,20	2,20	2,20	2,64	3,36	1,22	1,66	2,20	2,20	2,20	2,64	3,36
	55		1,11	1,57	2,00	2,00	2,00	2,59	3,25	1,11	1,57	2,00	2,00	2,00	2,59	3,25
	60		1,02	1,48	1,83	1,83	1,83	2,55	3,15	1,02	1,48	1,83	1,83	1,83	2,55	3,15
	62,5		0,98	1,44	1,76	1,76	1,76	2,52	3,10	0,98	1,44	1,76	1,76	1,76	2,52	3,10
	75			1,28	1,47	1,47	1,47	2,38	2,64		1,28	1,47	1,47	1,47	2,38	2,64

6.14

Gitterträgerhöhe h (cm)			19			20		21		22	23	24
Decken-dicke h (cm)	Träger-abstand s_T (cm)	OG	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 8	Ø 10	Ø 8	Ø 10	Ø 10	Ø 10	Ø 10
		Dia	Ø 6	Ø 6	Ø 7	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6
		UG	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6	Ø 6
25	33		2,07	2,51	3,37	2,10	2,51					
	40		1,92	2,31	3,21	1,95	2,31					
	50		1,73	2,08	3,01	1,75	2,08					
	55		1,63	1,98	2,87	1,65	1,98					
	60		1,55	1,88	2,75	1,57	1,88					
	62,5		1,51	1,83	2,69	1,52	1,83					
	75		1,30	1,62	2,35	1,30	1,62					
26	33		2,03	2,47	3,34	2,07	2,47	2,10	2,47			
	40		1,89	2,27	3,19	1,91	2,27	1,94	2,27			
	50		1,70	2,05	2,97	1,72	2,05	1,67	2,05			
	55		1,60	1,94	2,83	1,62	1,94	1,52	1,94			
	60		1,52	1,84	2,71	1,54	1,84	1,39	1,84			
	62,5		1,48	1,79	2,65	1,49	1,79	1,34	1,79			
	75		1,25	1,59	2,26	1,25	1,59	1,11	1,59			
28	33		1,97	2,39	3,29	2,00	2,39	2,03	2,39	2,39	2,39	2,39
	40		1,83	2,20	3,14	1,85	2,20	1,88	2,20	2,20	2,20	2,20
	50		1,63	1,99	2,88	1,66	1,99	1,55	1,99	1,99	1,99	1,94
	55		1,54	1,87	2,74	1,56	1,87	1,41	1,87	1,87	1,87	1,77
	60		1,45	1,77	2,62	1,45	1,77	1,29	1,77	1,77	1,77	1,62
	62,5		1,39	1,73	2,51	1,39	1,73	1,24	1,73	1,73	1,73	1,55
	75		1,16	1,53	2,10	1,16	1,53	1,03	1,53	1,53	1,45	1,30
30	33		1,91	2,32	3,25	1,94	2,32	1,97	2,32	2,32	2,32	2,32
	40		1,77	2,13	3,09	1,80	2,13	1,81	2,13	2,13	2,13	2,13
	50		1,58	1,92	2,80	1,60	1,92	1,45	1,92	1,92	1,92	1,81
	55		1,48	1,81	2,67	1,48	1,81	1,32	1,81	1,81	1,81	1,65
	60		1,36	1,71	2,44	1,36	1,71	1,21	1,71	1,71	1,69	1,51
	62,5		1,30	1,67	2,35	1,30	1,67	1,16	1,67	1,67	1,62	1,45
	75		1,08	1,48	1,96	1,08	1,48		1,48	1,48	1,35	1,21
32	33		1,86	2,25	3,20	1,89	2,25	1,92	2,25	2,25	2,25	2,25
	40		1,72	2,07	3,05	1,75	2,07	1,70	2,07	2,07	2,07	2,07
	50		1,53	1,86	2,72	1,53	1,86	1,36	1,86	1,86	1,86	1,70
	55		1,39	1,75	2,50	1,39	1,75	1,23	1,75	1,75	1,73	1,55
	60		1,27	1,66	2,29	1,27	1,66	1,13	1,66	1,66	1,58	1,42
	62,5		1,22	1,62	2,20	1,22	1,62	1,09	1,62	1,62	1,52	1,36
	75		1,02	1,43	1,83	1,02	1,43		1,43	1,40	1,27	1,13
35	33		1,79	2,17	3,14	1,82	2,17	1,85	2,17	2,17	2,17	2,17
	40		1,66	1,99	2,96	1,68	1,99	1,55	1,99	1,99	1,99	1,94
	50		1,39	1,78	2,51	1,39	1,78	1,24	1,78	1,78	1,74	1,55
	55		1,27	1,67	2,29	1,27	1,67	1,13	1,67	1,67	1,58	1,41
	60		1,16	1,59	2,10	1,16	1,59	1,03	1,59	1,59	1,45	1,30
	62,5		1,12	1,54	2,01	1,12	1,54	0,99	1,54	1,54	1,39	1,24
	75			1,37	1,68		1,37		1,37	1,28	1,16	1,04
38	33		1,73	2,09	3,09	1,75	2,09	1,73	2,09	2,09	2,09	2,09
	40		1,60	1,91	2,83	1,61	1,91	1,43	1,91	1,91	1,91	1,79
	50		1,28	1,70	2,32	1,28	1,70	1,14	1,70	1,70	1,60	1,43
	55		1,17	1,61	2,11	1,17	1,61	1,04	1,61	1,61	1,45	1,30
	60		1,07	1,52	1,93	1,07	1,52		1,52	1,47	1,33	1,19
	62,5		1,03	1,48	1,85	1,03	1,48		1,48	1,41	1,28	1,15
	75			1,31	1,54		1,31		1,29	1,18	1,07	
40	33		1,69	2,04	3,05	1,71	2,04	1,64	2,04	2,04	2,04	2,04
	40		1,53	1,87	2,75	1,53	1,87	1,36	1,87	1,87	1,87	1,70
	50		1,22	1,66	2,20	1,22	1,66	1,09	1,66	1,66	1,52	1,36
	55		1,11	1,57	2,00	1,11	1,57	0,99	1,57	1,53	1,38	1,24
	60		1,02	1,48	1,83	1,02	1,48		1,48	1,40	1,27	1,13
	62,5		0,98	1,44	1,76	0,98	1,44		1,44	1,34	1,22	1,09
	75			1,28	1,47		1,28		1,23	1,12	1,01	

7. Literaturverzeichnis

[1] DIN 1045-1, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Ausgabe 2008

[2] Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin: Zulassungsbescheid Nr. Z-15.1-2 für den Kaiser-Gitterträger KT 800

[3] Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin: Zulassungsbescheid Nr. Z-15.1-136 für den Kaiser-Omnia-Träger KT 100

[4] Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin: Zulassungsbescheid Nr. Z-15.1-38 für den Kaiser-Omnia-Träger KT S

[5] Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin: Zulassungsbescheid Nr. Z-15.1-289 für den Kaiser-Omnia-Träger KTP

[6] Goldberg, G.; Schmitz, M.; Land, H.: Zweiachsige Lastabtragung bei Elementdecken; Betonwerk- + Fertigteil-Technik, Heft 7/93, S. 86 - 89

[7] Schießl, P.: Drillsteifigkeit von Fertigplatten mit statisch mitwirkender Ortbetonschicht; Beton- und Stahlbetonbau, Heft 3/1996, S. 62-67 u. Heft 4/96, S. 86 - 89

[8] Bechert, H.; Furche, J.: Bemessung von Element-decken mit der Methode der Finite Elemente; Betonwerk- + Fertigteil-Technik, Heft 5/1993, S. 47 - 51

[9] Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin: Schreiben Az I 13 - 1085 v. 09.06.94 an Badische Drahtwerke GmbH, Kehl

[10] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Berlin: Schreiben v. 29.08.95 an Fachverband Beton- und Fertigteilwerke Baden-Württemberg, Stuttgart

[11] FMPA Baden-Württemberg, Stuttgart: Prüfungsbericht Nr. 21-21634 v. 01.07.96 über Durchstanzversuche an Stahlbetonplatten mit Rippendübeln und vorgefertigten Großflächenplatten.

[12] Krömer, A.: Drillsteifigkeit von Flachdecken in der Ausführung als Elementdecken: Diplomarbeit 1996 an der FH Koblenz

[13] Curbach, M.: Brückner, A.: FEM-Studie über Durchbiegung

und Tragverhalten von Flachdecken aus Elementplatten,
Forschungsbericht TU Dresden, Institut für Massivbau, 2004

[14] Institut für Bautechnik, Berlin: Mitteilungen 2/74, S. 40

[15] Institut für Bautechnik, Berlin: Mitteilungen Sonderheft 2/1978, S.11

[16] Schießl, P.: MONTAQUICK – Entwicklung und Anwendung
einer montagesteifen Fertigplatte; Betonwerk- + Fertigteil-Technik,
Heft 4/5, April/Mai 1981

[17] Grünberg,J.: Stahlbeton- und Spannbetontragwerke nach DIN 1045,
Teile 1 bis 3, Springer-Verlag Berlin

[18] Deutscher Ausschuß für Stahlbeton, Heft 525:
Erläuterungen zu DIN 1045-1, Beuth Verlag, Berlin 2010

[19] Institut für Bautechnik, Berlin: SVA „Tragende Beton-
und Stahlbetonbauteile“, Sitzung am 27./28.05.75, TOP 3.6.2

[20] Institut für Bautechnik, Berlin: SVA „Tragende Beton-
und Stahlbetonbauteile“, Sitzung am 11.12.79, TOP 8

[21] Syspro-Gruppe Betonbauteile: Technisches Handbuch
zur Syspro Tec-Qualitätsdecke; 1995

[22] Badische Drahtwerke, Kehl:
Technisches Handbuch Plattendecke, 2. Auflage 2001

[23] Normenausschuss Bauwesen (NABAU):
Auslegung zu DIN 1045-1, Stand 14.02.2005

[24] Schießl, P.: Gutachtliche Stellungnahme zur Tragstoßausbildung
in Teilfertigdecken (B2202), RWTH Aachen, 16.10.1997

[25][DIN 4102, Teil 4 – Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen,

[26] Fachvereinigung Betonbauteile mit Gitterträgern e.V. (BmG)
Systembauteile in High-Tech: Bausysteme mit Gitterträgern
Burgwedel, Oktober 2006

[27] Fachvereinigung Betonbauteile mit Gitterträgern e.V. (Bmg)
Verlegeanleitung Elementdecken,
Burgwedel, 2008

[28] www.bdw-kehl.de

[29] Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin:
Mitteilungen 6/2005

[30] Schwarzkopf, M.: Bewehrungen nach deutschen und europäischen
Regelungen; Betonwerk- + Fertigteil-Technik, Heft 2/2005

[31] Hegger, J.; Häusler, F.: Versuchsbericht Nr. 191/2007 zu
Durchstanzversuchen mit KTP-Gitterträgern, RWTH Aachen, 30.08.2007

[32] Hegger, J.; Häusler, F.: Gutachten Nr. G07/53 zur Durchstanzbemessung
von KTP-Gitterträgern, Hegger + Partner, Aachen 18.10.2007

[33] www.baustahlgewebe.com

[34] Schwarzkopf, M.; Land, H.:
KTP-Kaiser-Omnia-Gitterträgersystem für Durchstanzen, Querkraft und Verbund
BetonWerk International, Februar 2011