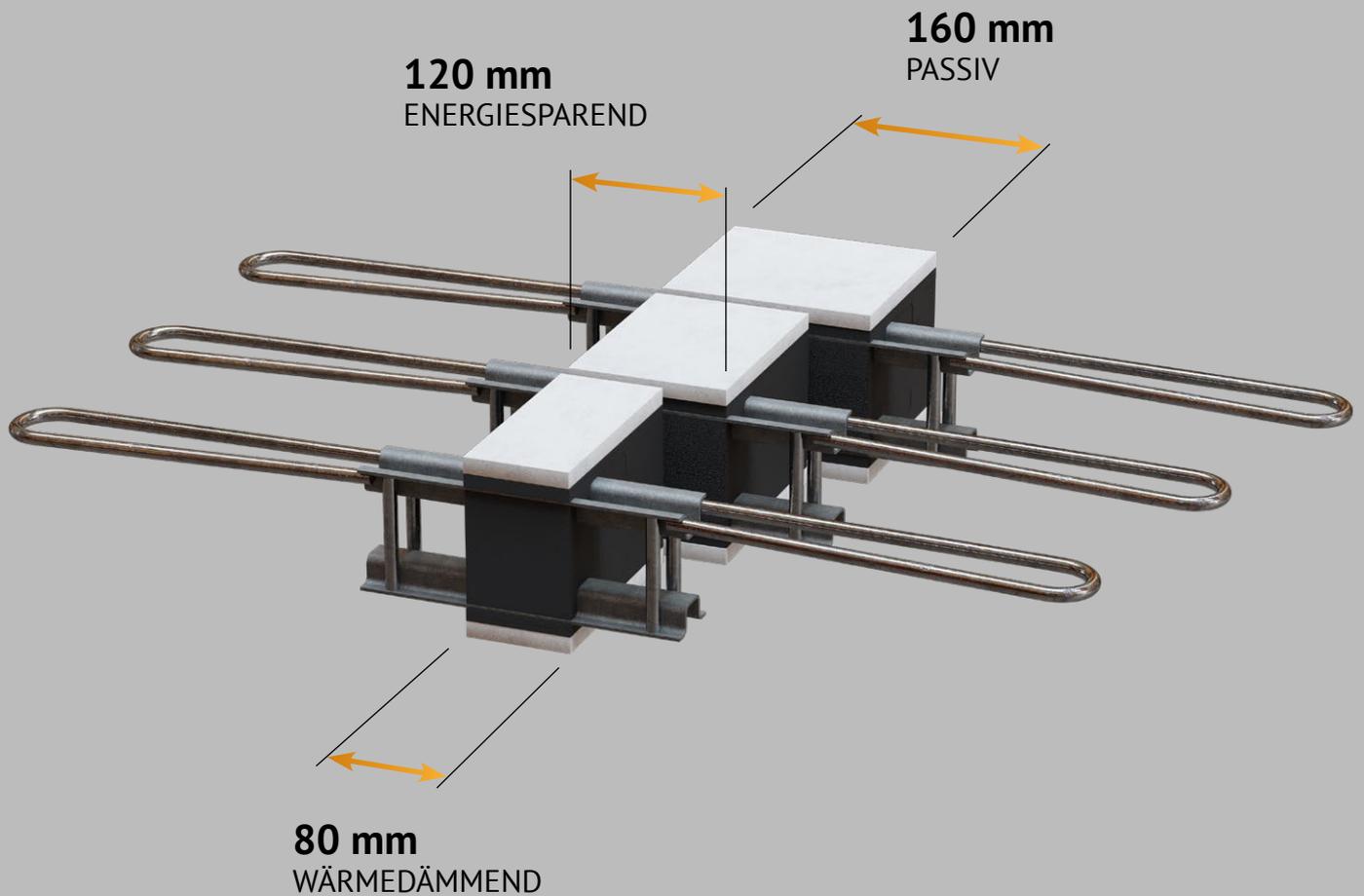


**T**  
**TIPOMEGA**  
BALKONANSCHLÜSSE  
PREMIUMKLASSE



– TECHNISCHE VORAUSSETZUNGEN –  
STAHLBETON - STAHLBETONANSCHLUSS

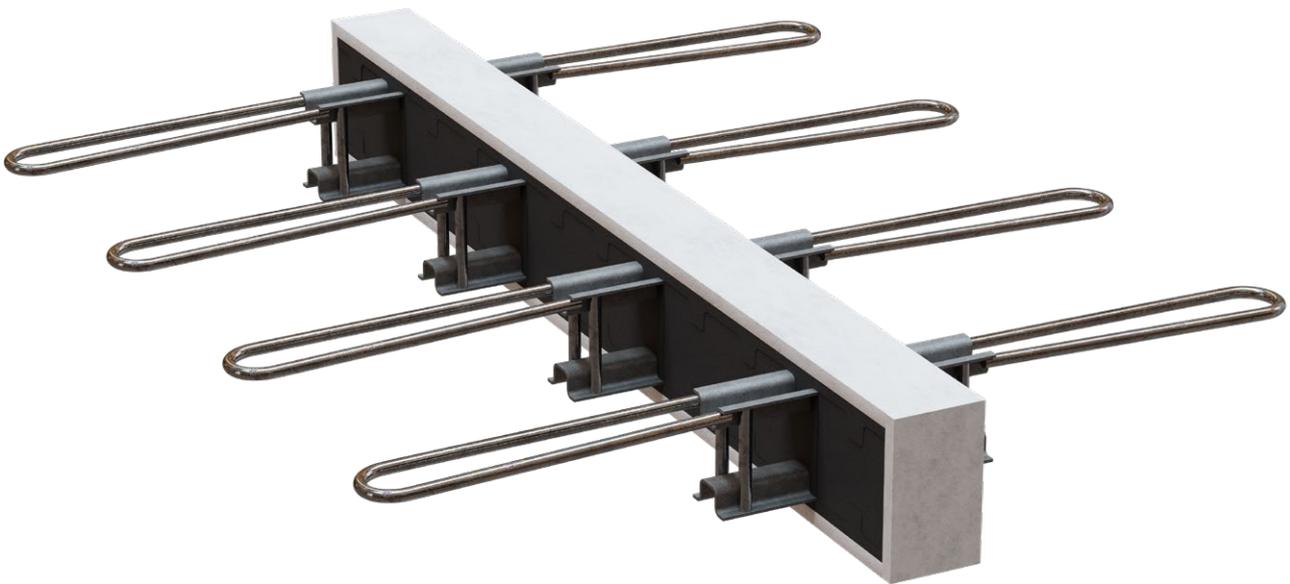
JANUAR 2022

[tipomega.eu](http://tipomega.eu)



Beispiele für Kennzeichnungen der OMEGA Rahmen und des TIPOMEGA® Systems	4
<b>ARCHITEKT</b>	<b>6</b>
1. Verwendungszweck	6
2. Aufbau	7
3. Anwendungsvarianten	8
3.1. Verankerung in der Decke unter Einsatz des Rahmens OMEGA.XX.YY.U10.U10	8
3.2. Verankerung in der durchgängigen Decke (indirekte Abstützung des Balkons) unter Einsatz des Rahmens OMEGA.XX.YY.U11.U11	9
3.3. Verankerung in der Decke unter Einsatz des Rahmens OMEGA.XX.YY.U10.U20	9
3.4. Verankerung in der Wand oder im Träger unter Einsatz des Rahmens OMEGA.XX.YY.U10.UD30	10
3.5. Verankerung in der Wand oder im Träger unter Einsatz des Rahmens OMEGA.XX.YY.U10.UG30	11
3.6. Verankerung im Träger unter Einsatz des Rahmens OMEGA.XX.YY.U10.UD40	12
3.7. Verankerung im Träger unter Einsatz des Rahmens OMEGA.XX.YY.U10.UG40	12
4. Thermische Physik	13
4.1. Grundlegende Definitionen und Symbole	13
4.2. Thermische Auslegung der inneren Trennwände	14
4.3. Technische Parameter TIPOMEGA®	16
4.3.1. Berechnungsprozedur	16
4.3.2. Berechnungsannahmen	17
4.3.3. Thermische Parameter bei einer variablen Anordnung der Modell-Formstücke	20
<b>STATIKER</b>	<b>30</b>
5. Konstruktion der Tragrahmen OMEGA	30
6. Verwendung der „U“ Stäbe	32
6.1. Form U1	32
6.2. Form U2	34
6.3. Form U3	35
6.4. Form U4	37
7. Konstruktionsanforderungen der Stahlbeton-Bauteile	38
8. Brandschutz	38
9. Technische Parameter der OMEGA Rahmen	39
9.1. Nachgiebigkeiten	39
9.2. Arbeitsanalyse	39
9.3. Tragfähigkeit-Berechnungswerte	41
10. Auslegung der Balkonplatten mit Anschlüssen TIPOMEGA®	45
10.1. Abstand der Rahmen OMEGA	45
10.2. Gruppierung der Rahmen OMEGA	45
10.3. Dehnungsfugen in den Platten	45
10.4. Vorgaben für die Anordnung der Bewehrung in Balkonplatten	48
10.5. Berechnungsbeispiel	50
<b>AUFTRAGNEHMER</b>	<b>46</b>
11. Montage TIPOMEGA®	54
12. Vorgaben für die Verlegung der Bewehrung	57
12.1. Konstruktion- und Längsbewehrung an den OMEGA Rahmen	57
12.2. Bewehrung der Eckbalkons	59
12.3. Bewehrung bei einer indirekten Abstützung	60
Autoren der fachlichen Überprüfung	61

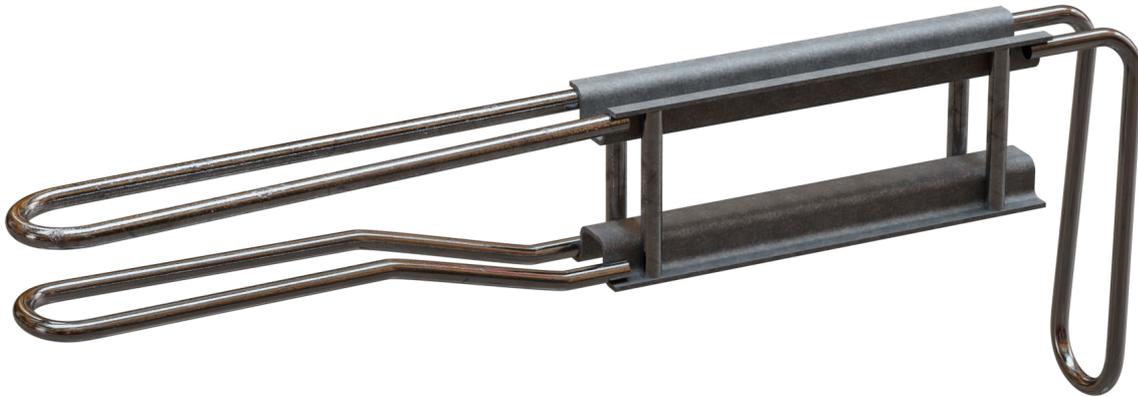
## BEISPIELE FÜR KENNZEICHNUNGEN



# TIPOMEGA.08

Bezeichnung des Systems der Balkon-Anschlüsse

Dicke der Isolation des Systems (hier 8 cm)



# OMEGA.12.18.U12.UD30

Bezeichnung des Tragmoduls

Dicke der Isolation des Systems (hier 12 cm)

Die Höhe der Isolation identisch wie die Dicke der Balkonplatte (hier 18 cm)

Kennzeichnung des Bewehrungsstabs auf der Balkonseite

U-Stab Form 1, angeschweißt an das obere Rahmenprofil

U-Stab Form 2, angeschweißt an das untere Rahmenprofil

Kennzeichnung des Bewehrungsstabs auf der Deckenseite

UD-Stab Form 3, angeschweißt an das obere Rahmenprofil

Kein Stab am unteren Profil des Rahmens angeschweißt

## 1. VERWENDUNGSZWECK

Bei TIPOMEGA® handelt es sich um ein System der Verbindung der Stahlbeton-Bauteile mit erhöhten Wärmedämm- und Brandschutzparametern. Es wird zur Einschränkung der Wärmebrücke an den Stoßstellen der äußeren Stahlbeton-Bauteile eingesetzt, z.B. am Anschluss der Balkonplatten mit inneren Stahlbeton-Bauteilen eines Gebäudes, z.B. mit der Decke. Die Bauteile des TIPOMEGA® Systems werden zwischen ein inneres und ein äußeres Bauelement eingebaut (siehe Abb.1).

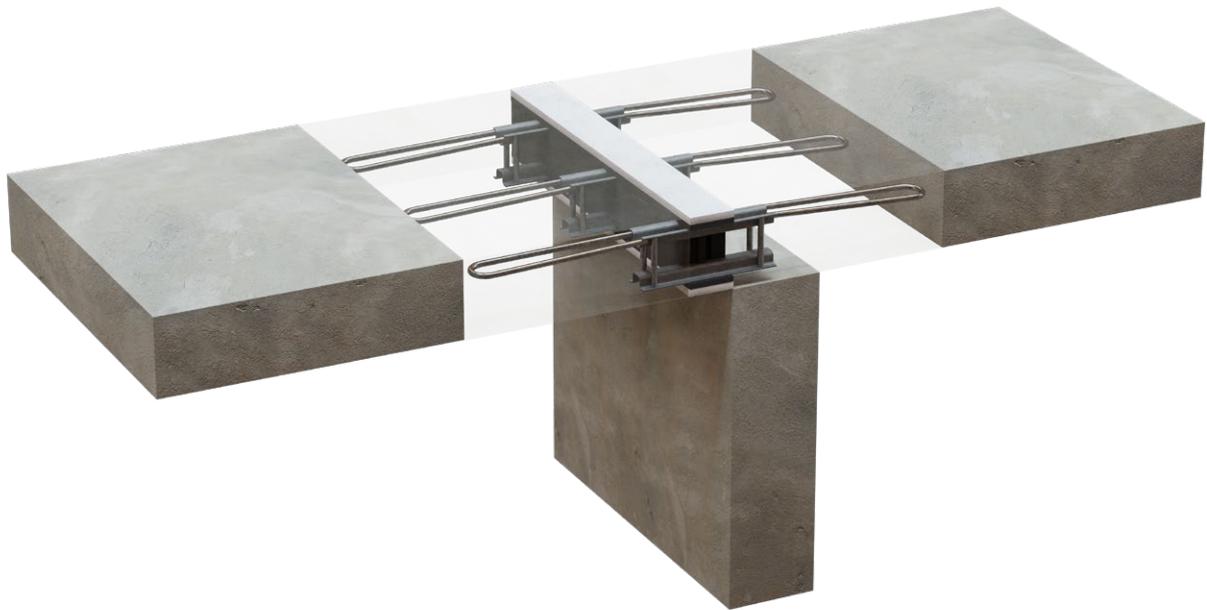


Abb. 1. System TIPOMEGA® im linearen Anschluss

## 2. AUFBAU

Zur Verfügung stehen fünf Höhen des TIPOMEGA® Systems: 16 cm, 18 cm, 20 cm, 22 cm und 24 cm und jeweils drei Dicken: 8 cm, 12 cm und 16 cm.

Das TIPOMEGA® System, das immer als ein Satz geliefert wird, besteht aus wärmedämmenden TIP Profilen und aus OMEGA Tragmodulen. Die TIP Wärmedämmungsbauteile können aus expandiertem Polystyrol (EPS), aus extrudiertem Polystyrol (XPS) oder aus Polyisocyanurat (PIR) hergestellt werden, die von beiden Seiten der Kante der linearen Verbindung gegen Feuer ab Klasse REI 120 geschützt werden.

Die Abmessungen von TIP hängen von der Höhe des äußeren Stahlbeton-Bauteils und von der Dicke der im System eingesetzten Isolation. TIP Isoliermodule, in denen die OMEGA Tragmodule eingesetzt werden, werden gemäß einem individuellen Projekt zum Anschluss des Balkons oder der Überdachung mit der Decke, mit dem Träger oder mit der Wand hergestellt.

Die Tragbauteile des Systems TIPOMEGA® sind die OMEGA Module, die durch TIP-Isolationsprofile durchgehen. Sie kommen in Form der Systeme vor, die aus kaltgebogenen Edelstahlprofilen und Bewehrungsstäben bestehen, die mit Stahlbeton-Konstruktionsbauteilen der Wand und der Decke und auf der anderen Seite mit der Balkonplatte aus Stahlbeton zusammenarbeiten. Die Abmessungen und die Form der OMEGA Tragmodule hängen von den geometrischen Abmessungen der zu verbindenden Stahlbetonbauteile und von der Stärke der im System eingesetzten Wärmedämmung.



Abb. 2. Tragmodule OMEGA, eingesetzt in TIP Isolationsprofilen eingesetzten Isolierung ab

### 3. ANWENDUNGSVARIANTEN

#### 3.1. Verankerung in der Decke unter Einsatz des Rahmens OMEGA.XX.YY.U10.U10

Die obere Ebene des Balkons und der Decke befinden sich auf derselben Ordinate.



Abb. 3. Bewehrungsanschluss TIPOMEGA®, zu verankern in der Decke unter Einsatz der Stäbe mit der Form U1, die am oberen Profil angeschweißt sind

Die obere Ebene des Balkons ist gegenüber der oberen Ebene der Decke tiefer gelegen.

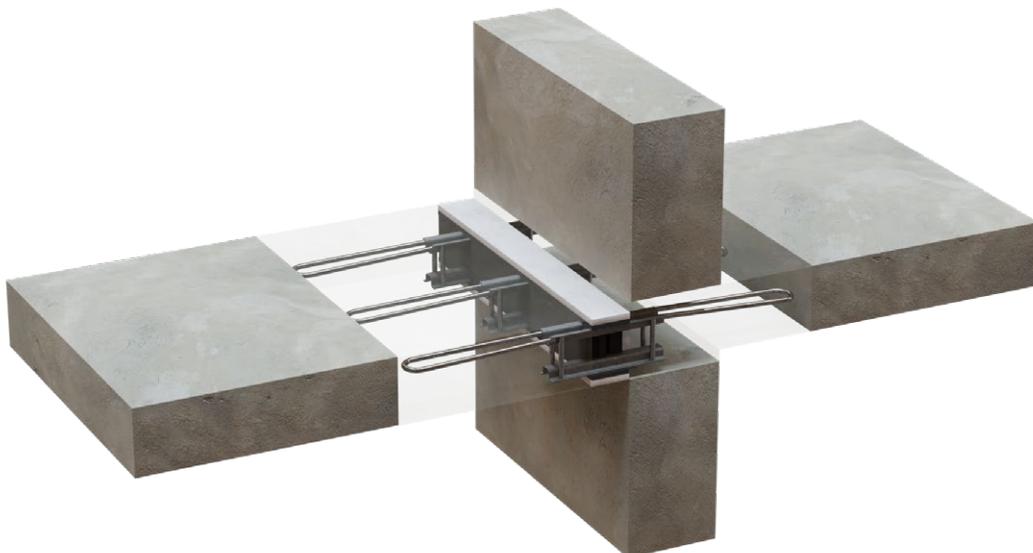


Abb. 4. Bewehrungsanschluss TIPOMEGA®, zu verankern in der Decke unter Einsatz der Stäbe mit der Form U1, die am oberen Profil angeschweißt sind

### 3.2. Verankerung in der durchgängigen Decke (indirekte Abstützung des Balkons) unter Einsatz des Rahmens OMEGA.XX.YY.U11.U11

Die obere Ebene des Balkons und der Decke befinden sich auf derselben Ordinate; die Anschlüsse TIPOMEGA® übertragen die Biegemomente und die Querkräfte in Plus- und in Minusrichtung.

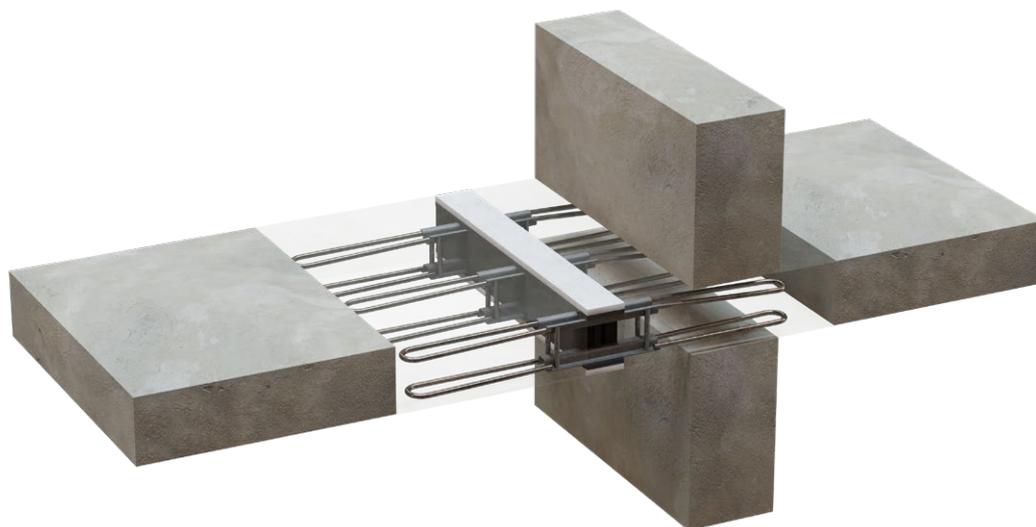


Abb. 5. Bewehrungsanschluss TIPOMEGA®, zu verankern in der Decke unter Einsatz der Stäbe mit der Form U1, die am oberen und am unteren Profilen angeschweißt sind

### 3.3. Verankerung in der Decke unter Einsatz des Rahmens OMEGA.XX.YY.U10.U20

Die obere Ebene des Balkons und der Decke befinden sich auf der selben Ordinate; es wurde der Stab U2 eingesetzt, weil es zu einer Kollision mit einem senkrecht angeordneten benachbarten Rahmen kommt.

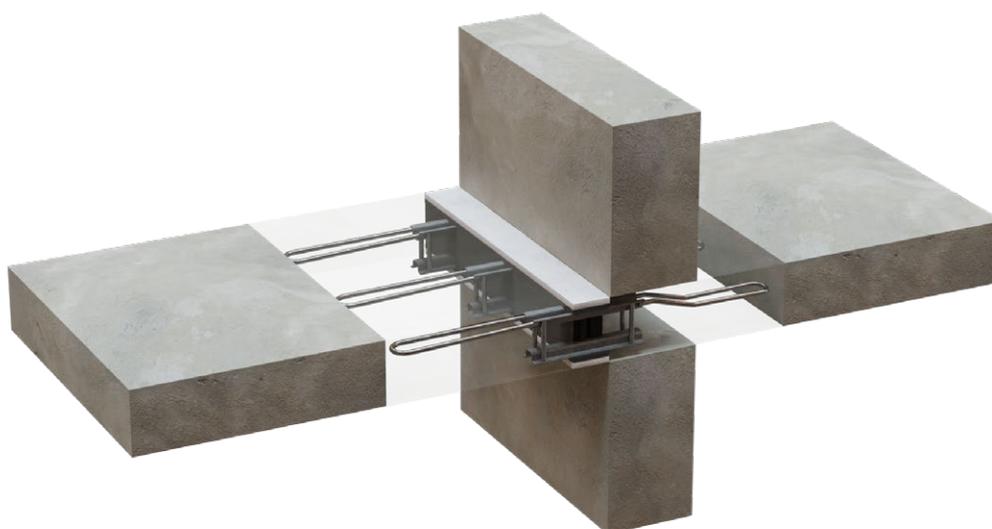


Abb. 6. Bewehrungsanschluss TIPOMEGA®, zu verankern in der Decke unter Einsatz der Stäbe mit der Form U2, die am oberen Profil angeschweißt sind

### 3.4. Verankerung in der Wand oder im Träger unter Einsatz des Rahmens OMEGA.XX.YY.U10.UD30

Die Stahlbetonwand befindet sich unterhalb der Balkenebene; Mindestbreite der Wand - 180 mm.



Abb. 7. Bewehrungsanschluss TIPOMEGA®, zu verankern in der Wand unter Einsatz der Stäbe mit der Form UD3, die am oberen Profil angeschweißt sind und nach unten gebogen sind

Der Stahlbeton-Träger befindet sich unterhalb der Balkenebene; Mindestabmessungen des Trägers: Breite - 180 mm, Höhe - 360 mm.

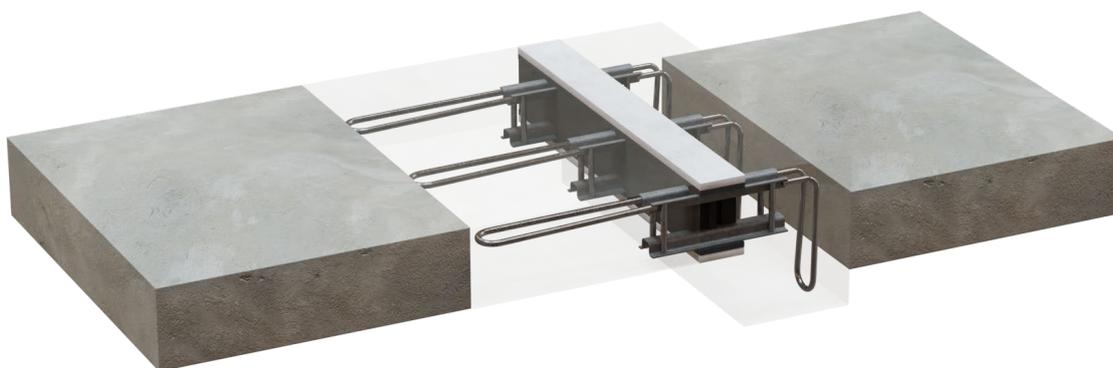


Abb. 8 Bewehrungsanschluss TIPOMEGA®, zu verankern im Träger unter Einsatz der Stäbe mit der Form UD3, die am oberen Profil angeschweißt sind und nach unten gebogen sind

### 3.5. Verankerung in der Wand oder im Träger unter Einsatz des Rahmens OMEGA.XX.YY.U10.UG30

Die Stahlbetonwand befindet sich oberhalb der Balkenebene; Mindestbreite der Wand - 180 mm.

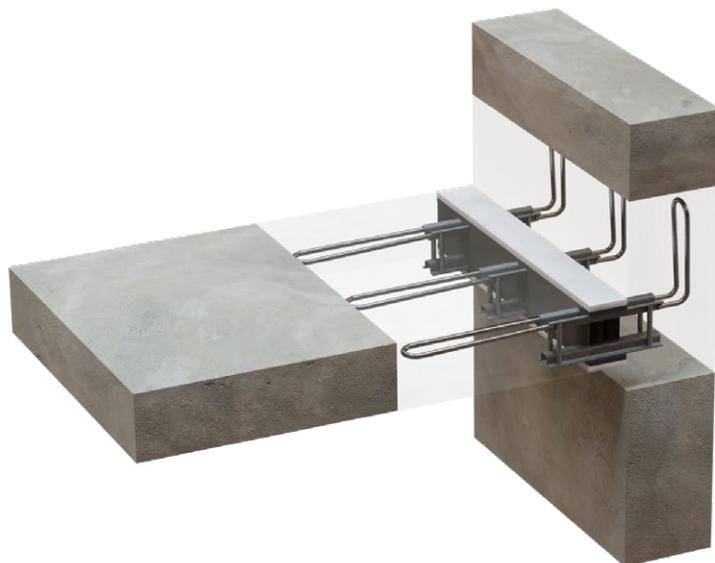


Abb. 9. Bewehrungsanschluss TIPOMEGA®, zu verankern in der Wand unter Einsatz der Stäbe mit der Form UG3, die am oberen Profil angeschweißt sind und nach oben gebogen sind

Der Stahlbeton-Träger befindet sich oberhalb der Balkenebene; Mindestabmessungen des Trägers: Breite - 180 mm, Höhe - 360 mm.

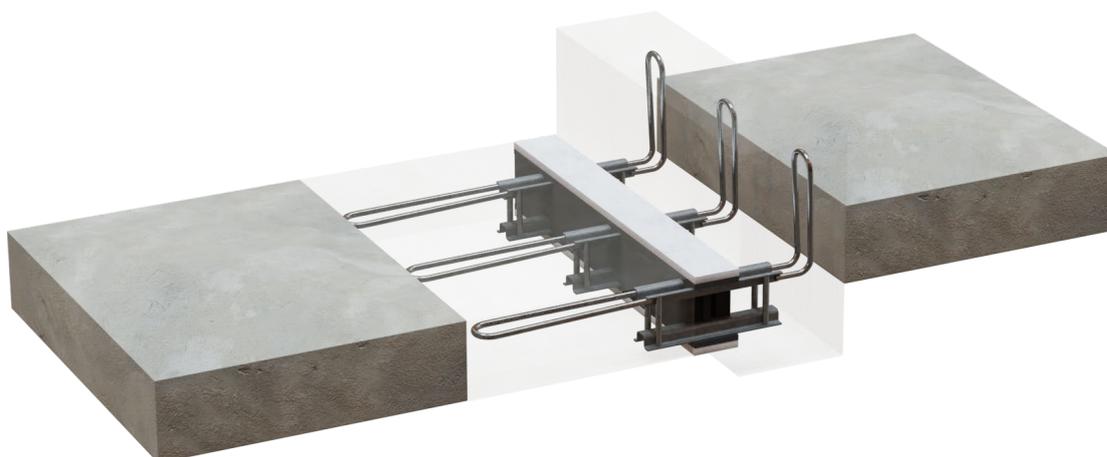


Abb. 10. Bewehrungsanschluss TIPOMEGA®, zu verankern im Träger unter Einsatz der Stäbe mit der Form UG3, die am oberen Profil angeschweißt sind und nach oben gebogen sind

### 3.6. Verankerung im Träger unter Einsatz des Rahmens OMEGA.XX.YY.U10.UD40

Verankerung nach unten in Stahlbetonträger mit geringen Abmessungen: Breite - 240 mm, Höhe - 160 mm.



Abb. 11. Bewehrungsanschluss TIPOMEGA®, zu verankern im Träger unter Einsatz der Stäbe mit der Form UD4, die an das obere Profil angeschweißt sind und nach unten gebogen sind

### 3.7. Verankerung im Träger unter Einsatz des Rahmens OMEGA.XX.YY.U10.UG40

Verankerung nach oben in Stahlbeton-Träger mit geringen Abmessungen: Breite - 240 mm, Höhe - 90 mm, oberhalb der oberen Ebene des Balkons.

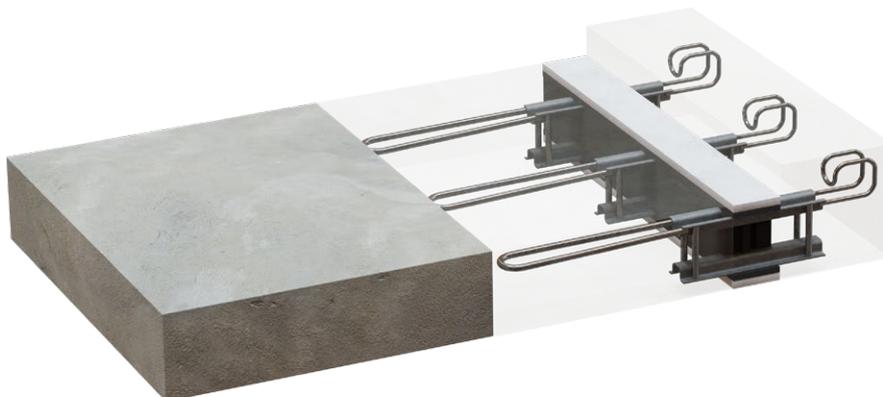


Abb. 12. Bewehrungsanschluss TIPOMEGA®, zu verankern im Träger unter Einsatz der Stäbe mit der Form UG4, die an das obere Profil angeschweißt sind und nach oben gebogen sind

## 4. THERMISCHE PHYSIK

Die ausgewählte Wärmedämmung des Systems TIPOMEGA® (Auswahl unter TIPOMEGA.08, TIPOMEGA.12 und TIPOMEGA.16) soll entsprechende wärme- und feuchtebezogene Bedingungen gewährleisten.

### 4.1. Grundlegende Definitionen und Symbole

<b>Material</b>	Ein Teil des Produktes, unabhängig von dem Lieferzustand, der Firma und den Abmessungen, ohne Verkleidung oder Beschichtung	
<b>Produkt</b>	Endgültige Form des gebrauchsfertigen Materials mit jeweiliger Form und Abmessungen, mit Verkleidungen oder Beschichtungen	
<b>Bauprodukt</b>	Jedes Produkt oder jeder Satz, das/der nach der Produktion zwecks des Einbaus in die Bauobjekte oder ihre Teile in Verkehr gebracht wird	
<b>Baukomponente</b>	Element eines Gebäudes oder seines Teils (Gebäude-Hauptteil, z.B. Wand, Decke, Dach)	
<b>Gebäude-Trennelement</b>	Element, mit dem der Raum von der äußeren Umgebung oder von einem anderen Raum abgetrennt wird	
<b>Wärme</b>	Form der Übergabe/Übertragung/des Energieteils über die Grenzen des Systems dank dem Temperaturunterschied	
<b>Dichte des Wärmestroms</b>	Wärmemenge, die aus einem Zentrum in ein anderes Zentrum in einer Zeiteinheit über eine Flächeneinheit strömt	
<b>Spezifische Wärme</b>	Wärmemenge, die bei einem konstanten Druck für die Erhöhung der Temperatur des jeweiligen Materials mit einem Gewicht von 1 kg um 1K benötigt wird	
<b>Temperaturfeld</b>	Temperaturwerte im Raum, betrachtet zum jeweiligen Zeitpunkt	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>	Wärmestrom in einem festgelegten Zustand geteilt durch das Produkt der Fläche und den Temperaturunterschied auf beiden Seiten des Trennelementes /des Systems/	
<b>Wärmeleitkoeffizient</b>	Charakterisiert die Intensität des Wärmetausches durch das jeweilige Material; drückt die Menge der Wärme in W aus, die in 1 s durch 1 m <sup>2</sup> einer homogenen Schicht mit einer Dicke von 1 m quer zur Oberfläche fließt, wenn der Temperaturunterschied an gegenüberliegenden Oberflächen dieses Quaders 1 K beträgt.	
<b>Gesamt-Wärmewiderstand</b>	Summe aller Wärmewiderstände aller Materialschichten des Trennelementes unter Berücksichtigung der Widerstände der Wärmeaufnahme	
<b>Thermisch homogäner Bereich</b>	Eine Schicht mit einer konstanten Dicke und mit konstanten thermischen Eigenschaften, die als homogen betrachtet werden kann, in Form eines Wärmeleitkoeffizienten	
<b>Thermisch inhomogäner Bereich</b>	Eine Schicht mit variablen thermischen Eigenschaften in Form eines Wärmeleitkoeffizienten	
<b>Diffusionswiderstand</b>	Widerstand des Materials gegen Dampf	
<b>Diffusionsmäßig gleichwertige Luftschicht</b>	Schichtdicke der nicht beweglichen Luft mit einem identischen Diffusionswiderstand wie die betrachtete Materialschicht	
<b>U</b>	Wärmedurchgangskoeffizient	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
<b>U<sub>c</sub></b>	Korrigierter Wärmedurchgangskoeffizient	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
<b>U<sub>c(max)</sub></b>	maximaler Wert / Grenzwert des Wärmedurchgangskoeffizienten	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
<b>t<sub>i</sub></b>	Innenlufttemperatur	[°C]
<b>t<sub>e</sub></b>	Außenlufttemperatur	[°C]
<b>t<sub>si</sub></b>	Temperatur auf der inneren Oberfläche des Trennelementes	[°C]
<b>t<sub>se</sub></b>	Temperatur auf der äußeren Oberfläche des Trennelementes	[°C]
<b>R<sub>T</sub></b>	Gesamt-Wärmewiderstand eines Trennelementes, das aus flachen homogenen Schichten besteht	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]
<b>R<sub>si</sub></b>	Widerstand der Wärmeübernahme auf der äußeren Oberfläche	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]
<b>R<sub>se</sub></b>	Widerstand der Wärmeübernahme auf der inneren Oberfläche	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]
<b>R<sub>ni</sub></b>	Berechnung-Wärmewiderstände jeder Schicht	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]
<b>d</b>	Schichtdicke	[m]
<b>λ</b>	Wärmeleitkoeffizient des Materials	[W/(m·K)]
<b>R'<sub>T</sub></b>	Obere Grenze des gesamten Wärmewiderstands	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]
<b>R''<sub>T</sub></b>	Untere Grenze des gesamten Wärmewiderstands	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]
<b>R<sub>Ta</sub></b>	Gesamte Wärmewiderstände von der Umgebung bis zur Umgebung eines Abschnitts	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]
<b>f<sub>a</sub></b>	Relative Felder der Abschnittsfläche	[-]
<b>λ''</b>	Gleichwertiger Wert des Wärmeleitkoeffizient	[W/(m·K)]
<b>λ<sub>eq</sub></b>	Äquivalenter Wert des Wärmeleitkoeffizient	[W/(m·K)]

## 4.2. Thermische Auslegung der inneren Trennwände

Die Analyse der Durchdringung der Wärme in Gebäuden kann bei der Aufteilung der Struktur in typische Trennelemente durchgeführt werden: Wände, Fenster, Türen, Böden, Dächer, in Bezug auf die die Wärmeverluste separat auf Grund eines eindimensionalen Wärmedurchflussmodells ermittelt werden können, wobei ein homogene Struktur der Trennwand angenommen wird, die aus parallelen Schichten besteht, die durch den Wärmestrom quer durchströmt werden.

Die Wärmeverluste der einzelnen Gebäude-Elemente können, bei der Annahme gewisser Vereinfachungen, mit Hilfe des Wärmedurchgangskoeffizienten  $U$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] (siehe Abb. 13) ermittelt werden.

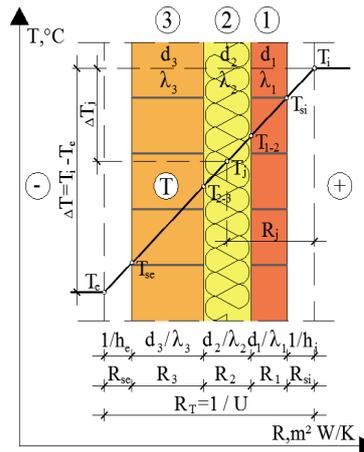


Abb. 13. Durchdringung der Wärme durch die Gebäude-Trennwand

Bei der Auslegung der Gebäude-Trennelemente müssen die örtlichen Umgebungsbedingungen, die in der Nähe des Gebäudes herrschen sowie das Mikroklima der Räume berücksichtigt werden. Den größten Einfluss auf die Gestaltung der wärme- und feuchtebezogenen Eigenschaften der Trennelemente haben:

- Temperatur,
- relative Luftfeuchtigkeit,
- Stärke der Sonnenstrahlung.

Wärmedurchgangskoeffizient  $U$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] bestimmt den Wärmeverlust in Bezug auf den einheitlichen Unterschied zwischen der Innen- und der Außentemperatur und auf die einheitliche Fläche des Bauteils:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

wobei:

$R_T$  – Gesamt-Wärmewiderstand einer Trennwand, die aus flachen homogenen Schichten besteht,  $m^2 \cdot K/W$ , ermittelt aus der Formel:

$$R_T = R_{si} + R_n + R_{se}$$

wobei:

$R_{si}$  – Widerstand der Wärmeübernahme auf der inneren Oberfläche [ $(m^2 \cdot K)/W$ ],

$R_n$  – Berechnung-Wärmewiderstände jeder Schicht [ $(m^2 \cdot K)/W$ ],

$R_{se}$  – Widerstand der Wärmeübernahme auf der äußeren Oberfläche [ $(m^2 \cdot K)/W$ ].

$$R_n = \frac{d}{\lambda}$$

wobei:

$d$  – Schichtdicke [m],

$\lambda$  – Berechnung-Wärmeleitkoeffizient des Materials,  $W/(m \cdot K)$ , angenommen auf Grund der PN-EN 12524:2003, der Tabellen aus der Literatur und der Angaben des Herstellers.

Korrigierter Wärmedurchgangskoeffizient  $U_c$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] wird durch den Einsatz des Korrekturglieds  $\Delta U$  ermittelt:

$$U_c = U + \Delta U$$

Das Korrekturglied  $\Delta U$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] wird durch die folgende Formel ausgedrückt:

$$\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r$$

wobei:

$\Delta U_g$  – Undichtheitskorrektur [ $W/(m^2 \cdot K)$ ],

$\Delta U_r$  – Korrektur, die sich aus der Auswirkung der Niederschläge auf die Dächer mit einer umgekehrten Anordnung der Schichten ergibt [ $W/(m^2 \cdot K)$ ],

$\Delta U_f$  – Korrektur, die sich aus der mechanischen Anschlüsse ergibt [ $W/(m^2 \cdot K)$ ].

Die Fähigkeit des Materials zur Wärmeleitung wird mit dem Wärmeleitkoeffizienten ermittelt –  $\lambda$  [ $W/(m \cdot K)$ ]. Es ist die Menge der Wärme, die in einer Zeiteinheit durch 1 m<sup>2</sup> der Fläche der Trennwand mit einer Dicke von 1 m bei einem Temperaturunterschied der Oberfläche auf beiden Seiten der Trennwand von 1K durchfließt. In den Normen finden zwei Begriffe Anwendung, die sich auf den Wert des Wärmeleitkoeffizienten der Materialien beziehen (oder des Wärmewiderstands der Komponenten):

- deklarierter Wert ( $\lambda_D$ ) - für die Qualitätskontrolle der Produktion, entspricht den Laborbedingungen,
- Bemessungswert ( $\lambda_{ob}$ ) - für die Planung, entspricht den Einsatzbedingungen des Materials im Gebäude.

Umgebungsbedingungen (innen und außen) des Gebäudes haben einen Einfluss auf den Wert der Wärmeübertragung der Materialien. Durch die Berücksichtigung der konkreten Umgebungsbedingungen auf das Gebäude-Element können die tatsächlichen Wärmeverluste genau ermittelt werden. Die Bestimmung des Bemessungswertes beruht auf der Berücksichtigung der Temperatur- und Feuchte-Unterschiede zwischen den Bedingungen, für die der deklarierte Wert der Wärmeleitung ermittelt wurde und den Bedingungen, unter denen dieses Material tatsächlich eingesetzt wird. Bei Bauanwendungen spielt die Feuchtigkeit eine gravierende Rolle. Für die thermoisolierende Baustoffe werden vor allem Temperaturschwankungen berücksichtigt. Auf der Etappe der Planung sind die Bedingungen des Materialeinsatzes zu berücksichtigen und den Koeffizienten  $\lambda_D$  zum Wert  $\lambda_{ob}$ . Die Leitfähigkeit des Materials ist eine Funktion der Dichte, des Feuchtegehalts, der Temperatur, der Zeit, die seit der Herstellung des Materials abgelaufen ist.

$$\lambda_{ob} = \lambda_D \cdot F_T \cdot F_M \text{ (lub } F_\psi) \cdot F_a$$

wobei:

$\lambda_{ob}$  – Berechnungswert des Wärmeleitkoeffizienten [ $W/(m \cdot K)$ ],

$\lambda_D$  – deklarierter Wert des Wärmeleitkoeffizienten [ $W/(m \cdot K)$ ],

$F_T$  – temperaturbezogener Konversionsfaktor [-],

$F_a$  – Konversionsfaktor, abhängig von der Zeit, die seit der Herstellung des Materials abhängig ist [-],

$F_M$  – feuchtebezogener Konversionsfaktor, bei dem die Massenfeuchte des Materials oder die Volumenfeuchte des Materials berücksichtigt wird ( $F_\psi$ ) [-].

### 4.3. Technische Parameter TIPOMEGA®

Äquivalenter Wärmeleitkoeffizient  $\lambda_{eq}$  [W/(m·K)] eines Bauteils, das aus mehreren Baumaterialien besteht, definiert die Wärmeleitung eines homogenen Ersatzmaterials in Form eines Quaders mit identischen Abmessungen, der es an der Stelle des Bauteils im montierten Zustand ermöglicht, einen identischen Wärme-Effekt zu erreichen. Bei der Methode nach EAD (Europäisches Auswertungsdokument /European Assessment Document/) werden detaillierte Berechnungen für Wärmebrücken mit drei Abmessungen mit einem tragenden Wärmedämmelement durchgeführt. Hier wird ein detailliertes Modell einer zusammengesetzten Konstruktion des wärmedämmenden Bauteils erstellt und der Wärmeverlust der Wärmebrücke ermittelt. Anhand des vorkommenden Wärmeverlustes werden der äquivalente Wärmeleitkoeffizient  $\lambda_{eq}$  und äquivalenter Wärmewiderstand  $R_{eq}$ . Die Berechnungen werden unter Einsatz der professionellen Software für die Berechnung der physikalischen Wärmebrücken durchgeführt (unter Berücksichtigung der Randbedingungen gem. PN-EN ISO 6946).

Der Wert des Wärmeleitkoeffizienten ( $\lambda''/\lambda_{eq}$ ) wird bei weiteren Berechnungen der physikalischen Parameter der Trennwände und ihrer Anschlüsse verwendet:

- Wärmedurchgangskoeffizient für eine flache innere Trennwand  $U$  [W/(m<sup>2</sup>·K)],
- für linearen Wärmedurchgangskoeffizienten der Wärmebrücke  $\Psi$  [W/(m·K)],
- für die minimale Temperatur auf der inneren Fläche der Trennwand an der Stelle der Wärmebrücke  $t_{min}$  [°C],
- Temperaturfaktor  $f_{Rsi}$  [-] ermittelt auf Grund  $t_{min}$  [°C].

#### 4.3.1. Berechnungsprozedur

Berechnungsprozedur für Wärmeleitkoeffizient der vorgefertigten Formstücke als eine Bauteil des Systems der isothermischen TIPOMEGA® Anschlüsse unter Einsatz des Computerprogramms TRISCO 3D.

1. Ermittlung des Wärmestroms, der das Element bei der Annahme der Randbedingungen durchströmt:

$t_i$  – Innenlufttemperatur ( $t_i=20^\circ\text{C}$ ),

$t_e$  – Außenlufttemperatur ( $t_e=20^\circ\text{C}$ ),

$R_{si}$  – Widerstand der Wärmübernahme auf der inneren Oberfläche der Trennwand  $R_{si}=0,13$  (m<sup>2</sup>·K)/W,

$R_{se}$  – Widerstand der Wärmübernahme auf der äußeren Oberfläche der Trennwand  $R_{se}=0,04$  (m<sup>2</sup>·K)/W.

2. Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils gem. der Formel:

$$U = \frac{\Phi}{A \cdot (t_i - t_e)}$$

wobei:

$\Phi$  – Größe des Wärmestroms, der durch das Element fließt [W],

$A$  – die Größe der Fläche des Bauteils, durch das die Wärme durchdringt [m<sup>2</sup>],

$(t_i - t_e)$  – Temperaturunterschied [°C].

3. Ermittlung des gesamten Wärmewiderstands gem. der Formel:

$$R_T = \frac{1}{U}$$

wobei:

$R_T$  – Gesamt-Wärmewiderstand des Bauteils von der Umgebung bis zur Umgebung  $[(m^2 \cdot K)/W]$ ,

$U$  – Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils  $[W/(m^2 \cdot K)]$ .

4. Ermittlung des Wärmewiderstands des Bauteils:

$$R_i = R_T - (R_{si} + R_{se}) \quad / \quad R_{eq} = R_T - (R_{si} + R_{se}) \quad /$$

wobei:

$R_i$  – Wärmewiderstand des Bauteils  $[(m^2 \cdot K)/W]$ ,

$R_{eq}$  – Wärmewiderstand des Bauteils  $[(m^2 \cdot K)/W]$ ,

$R_T$  – Gesamt-Wärmewiderstand des Bauteils von der Umgebung bis zur Umgebung  $[(m^2 \cdot K)/W]$ ,

$R_{si}$  – Widerstand der Wärmübernahme auf der inneren Oberfläche der Trennwand  $[(m^2 \cdot K)/W]$ ,

$R_{se}$  – Widerstand der Wärmübernahme auf der äußeren Oberfläche der Trennwand  $[(m^2 \cdot K)/W]$ .

5. Ermittlung des Wärmeleitkoeffizienten eines Bauteils, der wärmetechnisch nicht homogen ist:

$$\lambda'' = \frac{d_i}{R_i} \quad / \quad \lambda_{eq} = \frac{d_i}{R_{eq}}$$

wobei:

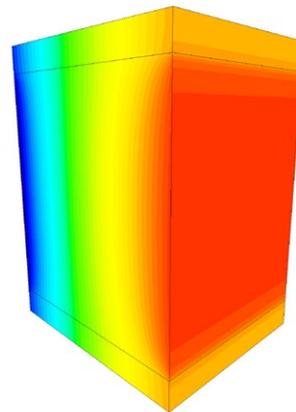
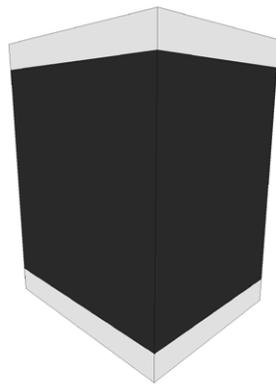
$d_i$  – Dicke des Bauteils [m]

$R_i$  – Wärmewiderstand des Bauteils  $[(m^2 \cdot K)/W]$ ,

$R_{eq}$  – Wärmewiderstand des Bauteils  $[(m^2 \cdot K)/W]$ ,

#### 4.3.2. Berechnungsannahmen

- $t_i = 20^\circ\text{C}$ ,  $R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ ,
- $t_e = -20^\circ\text{C}$ ,  $R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ ,
- Graphit-Styropor  $\lambda_{ob} = 0,031 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ ,
- Feuerschutzplatten  $\lambda_{ob} = 0,292 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ ,
- Edelstahl  $\lambda_{ob} = 15 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ .

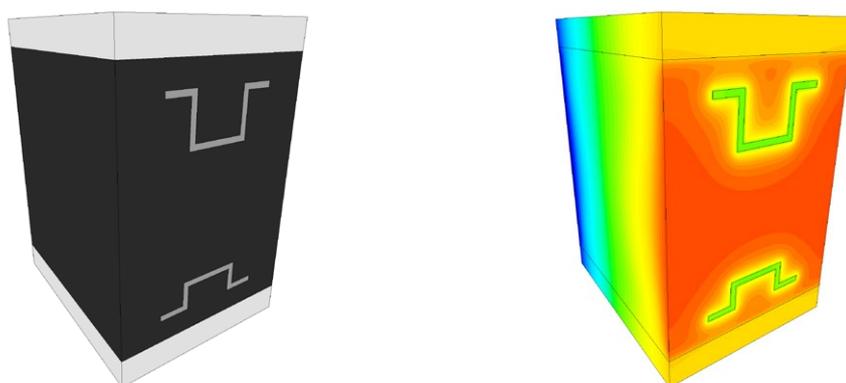


Tab. 1. Thermische Parameter eines Modell-Formstücks mit einer Länge von 10 cm ohne OMEGA Rahmen

Parameter des Bauteils in Richtung y = 80 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	0,41	0,43	0,46	0,49	0,52
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	1,38	1,51	1,57	1,63	1,67
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,058	0,053	0,051	0,049	0,048

Parameter des Bauteils in Richtung y = 120 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	1,90	2,03	2,11	2,22	2,31
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,063	0,059	0,057	0,054	0,052

Parameter des Bauteils in Richtung y = 160 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	2,39	2,50	2,67	2,76	2,91
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,067	0,064	0,060	0,058	0,055



Tab. 2. Thermische Parameter eines Modell-Formstücks mit einer Länge von 10 cm mit OMEGA Rahmen

Parameter des Bauteils in Richtung y = 80 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	0,87	0,91	0,93	0,96	0,99
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,57	0,62	0,69	0,75	0,80
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,140	0,129	0,116	0,107	0,100

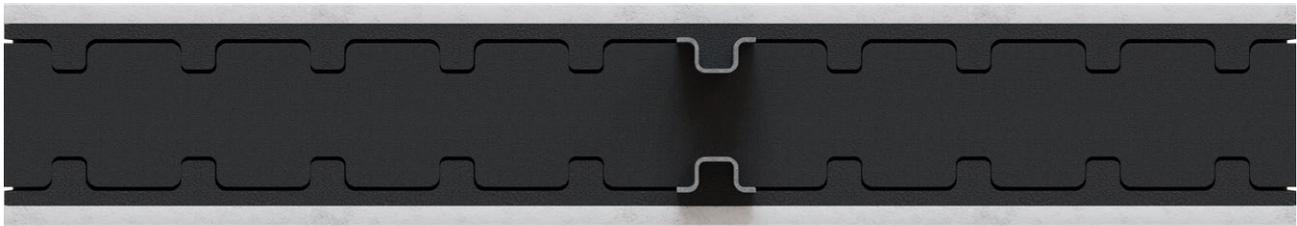
  

Parameter des Bauteils in Richtung y = 120 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	0,84	0,87	0,89	0,91	0,93
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,59	0,66	0,73	0,80	0,86
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,203	0,182	0,165	0,151	0,139

Parameter des Bauteils in Richtung y = 160 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	0,81	0,84	0,86	0,87	0,89
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,62	0,69	0,76	0,84	0,91
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,258	0,232	0,211	0,191	0,176

### 4.3.3. Thermische Parameter bei einer variablen Anordnung der Modell-Formstücke



Tab. 3. Thermische Parameter des Systems der Bauteile mit einer Länge von 100 cm mit einem OMEGA Rahmen

Parameter des Bauteils in Richtung y = 80 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	4,55	4,82	5,09	5,36	5,64
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	1,23	1,33	1,40	1,48	1,54
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,065	0,060	0,057	0,054	0,052

Parameter des Bauteils in Richtung y = 120 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	3,67	3,86	4,05	4,24	4,43
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	1,57	1,69	1,81	1,91	2,00
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,076	0,071	0,066	0,063	0,060

Parameter des Bauteils in Richtung y = 160 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	3,11	3,27	3,42	3,56	3,71
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	1,89	2,03	2,17	2,30	2,42
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,084	0,079	0,074	0,070	0,066



Tab. 4. Thermische Parameter des Systems der Bauteile mit einer Länge von 100 cm mit zwei Rahmen OMEGA

Parameter des Bauteils in Richtung y = 80 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	5,01	5,29	5,64	5,84	6,26
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	1,11	1,19	1,25	1,33	1,36
$\lambda$ "/ $\lambda_{eq}$ / – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,072	0,067	0,064	0,060	0,059

Parameter des Bauteils in Richtung y = 120 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	4,20	4,40	4,60	4,79	4,98
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	1,35	1,47	1,57	1,67	1,76
$\lambda$ "/ $\lambda_{eq}$ / – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,089	0,082	0,076	0,072	0,068

Parameter des Bauteils in Richtung y = 160 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	3,67	3,84	3,99	4,14	4,29
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	1,57	1,71	1,84	1,96	2,06
$\lambda$ "/ $\lambda_{eq}$ / – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,101	0,093	0,087	0,082	0,077

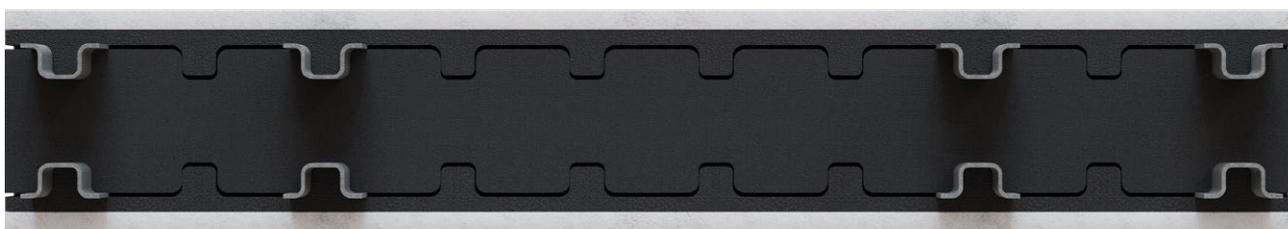


Tab. 5. Thermische Parameter des Systems der Bauteile mit einer Länge von 100 cm mit drei Rahmen OMEGA

Parameter des Bauteils in Richtung $y = 80 \text{ mm}$					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	5,49	5,77	6,04	6,32	6,59
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	1,00	1,08	1,16	1,23	1,29
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,080	0,074	0,069	0,065	0,062

Parameter des Bauteils in Richtung $y = 120 \text{ mm}$					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	4,75	4,96	5,16	5,35	5,54
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	1,18	1,28	1,38	1,47	1,56
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,101	0,093	0,087	0,081	0,077

Parameter des Bauteils in Richtung $y = 160 \text{ mm}$					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	4,27	4,44	4,60	4,75	4,90
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	1,33	1,45	1,57	1,68	1,79
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,120	0,110	0,102	0,095	0,090

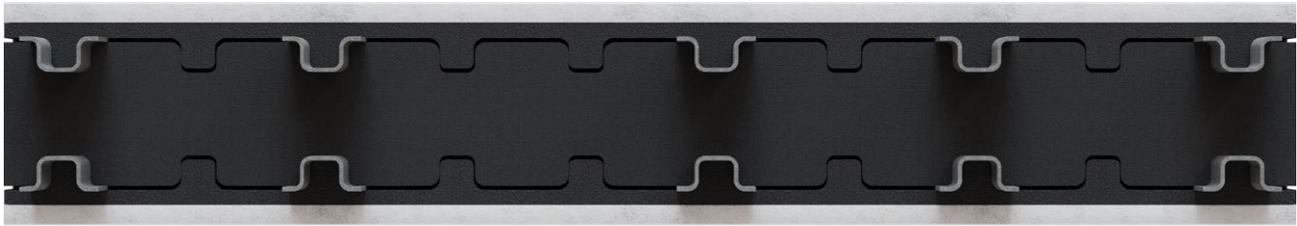


Tab. 6. Thermische Parameter des Systems der Bauteile mit einer Länge von 100 cm mit vier Rahmen OMEGA

Parameter des Bauteils in Richtung $y = 80$ mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	5,96	6,25	6,52	6,80	7,07
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,91	0,99	1,05	1,13	1,19
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,088	0,081	0,076	0,071	0,067

Parameter des Bauteils in Richtung $y = 120$ mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	5,30	5,52	5,72	5,91	6,11
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	1,04	1,13	1,23	1,32	1,40
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,115	0,105	0,098	0,091	0,086

Parameter des Bauteils in Richtung $y = 160$ mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	4,85	5,04	5,20	5,35	5,50
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	1,15	1,26	1,37	1,47	1,58
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,139	0,127	0,117	0,108	0,102

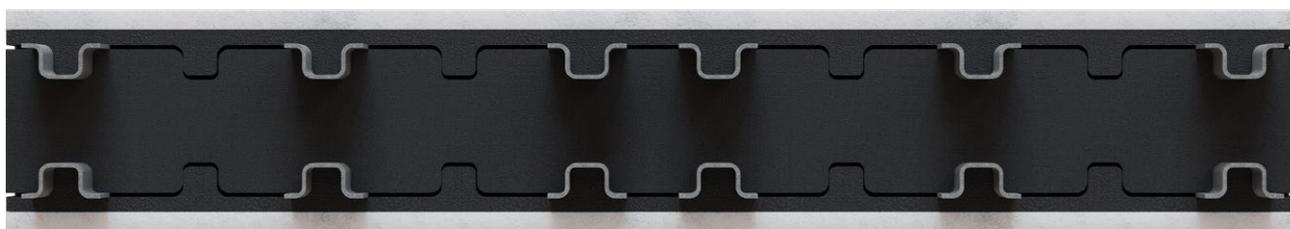


Tab. 7. Thermische Parameter des Systems der Bauteile mit einer Länge von 100 cm mit fünf Rahmen OMEGA

Parameter des Bauteils in Richtung y = 80 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	6,43	6,72	7,00	7,28	7,55
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,82	0,90	0,98	1,04	1,10
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,097	0,089	0,082	0,077	0,073

Parameter des Bauteils in Richtung y = 120 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	5,85	6,08	6,28	6,48	6,67
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,92	1,01	1,10	1,19	1,27
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,130	0,118	0,109	0,101	0,095

Parameter des Bauteils in Richtung y = 160 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	5,44	5,63	5,80	5,95	6,11
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	1,00	1,11	1,21	1,31	1,40
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,159	0,144	0,132	0,122	0,114

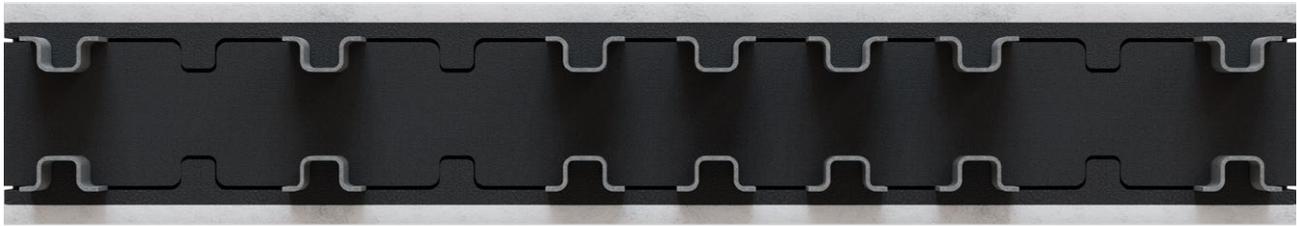


Tab. 8. Thermische Parameter des Systems der Bauteile mit einer Länge von 100 cm mit sechs Rahmen OMEGA

Parameter des Bauteils in Richtung y = 80 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	6,90	7,19	7,47	7,75	8,03
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,75	0,83	0,90	0,96	1,03
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,106	0,096	0,089	0,083	0,078

Parameter des Bauteils in Richtung y = 120 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	6,38	6,62	6,82	7,02	7,22
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,83	0,92	1,00	1,08	1,16
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,144	0,131	0,120	0,111	0,103

Parameter des Bauteils in Richtung y = 160 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	6,00	6,20	6,37	6,53	6,68
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,90	0,99	1,09	1,18	1,27
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,178	0,161	0,147	0,136	0,126

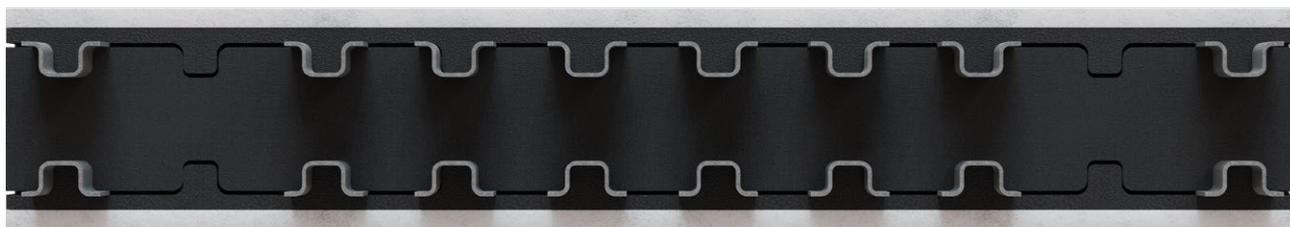


Tab. 9. Thermische Parameter des Systems der Bauteile mit einer Länge von 100 cm mit sieben Rahmen OMEGA

Parameter des Bauteils in Richtung y = 80 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	7,36	7,66	7,94	8,22	8,49
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,70	0,77	0,81	0,90	0,96
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,114	0,104	0,099	0,089	0,083

Parameter des Bauteils in Richtung y = 120 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	6,90	7,14	7,35	7,55	7,74
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,76	0,84	0,92	1,00	1,07
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,158	0,143	0,131	0,121	0,112

Parameter des Bauteils in Richtung y = 160 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	6,53	6,75	6,92	7,08	7,24
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,81	0,90	0,97	1,07	1,16
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,196	0,178	0,162	0,149	0,138

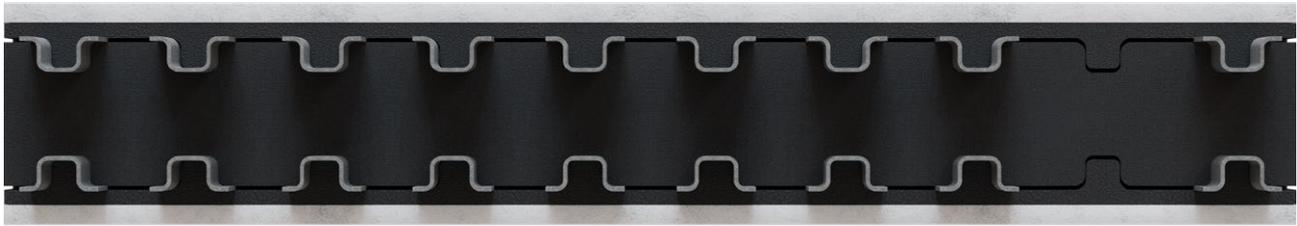


Tab. 10. Thermische Parameter des Systems der Bauteile mit einer Länge von 100 cm mit acht Rahmen OMEGA

Parameter des Bauteils in Richtung y = 80 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	7,82	8,12	8,40	8,68	8,96
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,65	0,71	0,78	0,84	0,90
$\lambda^*/\lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,123	0,112	0,102	0,095	0,089

Parameter des Bauteils in Richtung y = 120 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	7,41	7,66	7,87	8,08	8,27
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,68	0,77	0,85	0,92	0,99
$\lambda^*/\lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,173	0,155	0,142	0,131	0,121

Parameter des Bauteils in Richtung y = 160 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	7,06	7,29	7,47	7,63	7,79
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,74	0,82	0,90	0,98	1,06
$\lambda^*/\lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,217	0,196	0,178	0,163	0,151

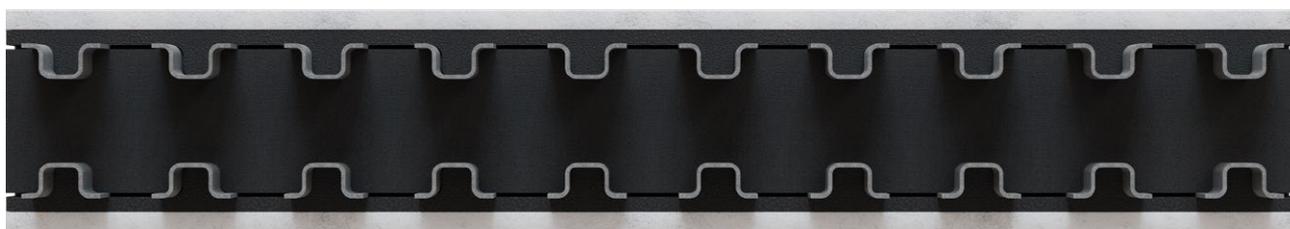


Tab. 11. Thermische Parameter des Systems der Bauteile mit einer Länge von 100 cm mit neun Rahmen OMEGA

Parameter des Bauteils in Richtung y = 80 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	8,27	8,58	8,87	9,15	9,43
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,61	0,67	0,73	0,79	0,85
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,132	0,120	0,109	0,101	0,094

Parameter des Bauteils in Richtung y = 120 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	7,93	8,18	8,40	8,60	8,80
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,64	0,71	0,78	0,85	0,92
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,188	0,170	0,153	0,141	0,130

Parameter des Bauteils in Richtung y = 160 mm					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	7,59	7,83	8,02	8,18	8,34
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,67	0,75	0,83	0,91	0,98
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,237	0,213	0,193	0,177	0,163



Tab. 12. Thermische Parameter des Systems der Bauteile mit einer Länge von 100 cm mit zehn Rahmen OMEGA

Parameter des Bauteils in Richtung $y = 80 \text{ mm}$					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	8,73	9,04	9,33	9,61	9,89
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,56	0,63	0,69	0,75	0,80
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,142	0,128	0,116	0,107	0,100

Parameter des Bauteils in Richtung $y = 120 \text{ mm}$					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	8,43	8,70	8,92	9,12	9,32
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,59	0,66	0,73	0,79	0,86
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,203	0,182	0,165	0,151	0,139

Parameter des Bauteils in Richtung $y = 160 \text{ mm}$					
H – Dicke der Platte [mm]	160	180	200	220	240
hr – Höhe des Rahmens [mm]	106	126	146	166	186
$\Phi$ – Wärmestrom [W]	8,11	8,36	8,55	8,72	8,88
Ri /Req/ – Wärmewiderstand der Bauteile [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	0,62	0,69	0,76	0,84	0,91
$\lambda'' / \lambda_{eq}$ – Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile des Systems [W/(m·K)]	0,258	0,232	0,211	0,191	0,176

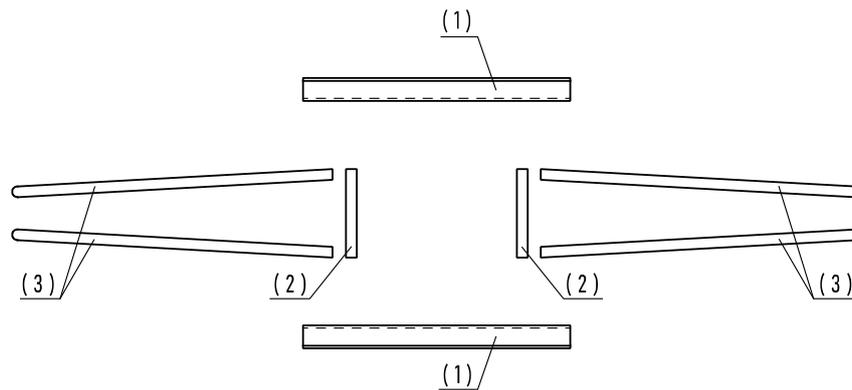
**5. KONSTRUKTION DER TRAGRAHMEN OMEGA**


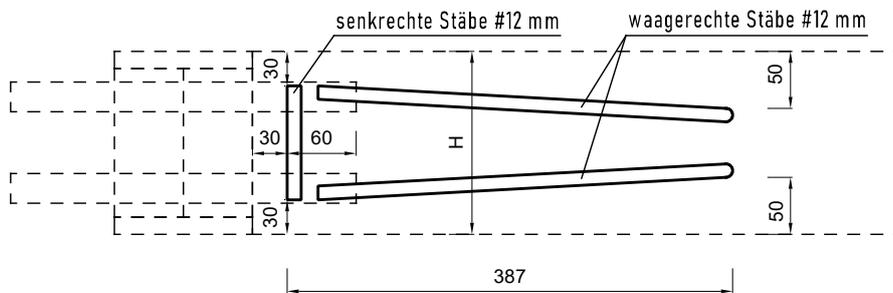
Abb. 14. Bestandteile des Rahmens OMEGA.XX.YY.U11.U11

Die kaltgebogenen Profile (1) mit der Omega-Forma und einer Stärke von 3 mm sind paarweise angeordnet - ein Profil über dem anderen. Jedes parallel und mit Rücken gegenseitig angeordnete Paar der Profile wird unter Einsatz der vier senkrechten Profilen #12 mm (2) verbunden. An die Profile aus Edelstahl werden waagerechte Stäbe #12 mm (3) angeschweißt, die für eine entsprechende Verankerung der Profile in Stahlbeton-Bauteilen geeignet sind.

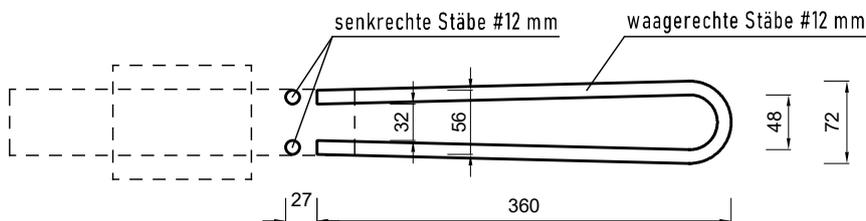
Um die Korrosion im Bereich der Wärmedämmung zu vermeiden, werden die Profile aus nichtrostendem ferritisch-austenitischen Blech 1.4462 gem. PN-EN 10088-1:2014 hergestellt. Der eingesetzte Edelstahl 1.4462 zeichnet sich durch eine sehr hohe, vierte Korrosionsbeständigkeitsklasse CRC und durch hohe Beständigkeit gegen Fresskorrosion PREN aus. Dadurch wurde sichergestellt, dass die TIPOMEGA® Bewehrungsanschlüsse ohne Wartungsmaßnahmen durch eine uneingeschränkte Zeit benutzt werden können.

Sowohl senkrechte Stäbe als auch waagerechte Stäbe #12 mm werden aus Bewehrungsstahl mit einer spezifischen Plastizitätsgrenze von  $f_{yk} \geq 500$  MPa mit Eigenschaften hergestellt, die für Bewehrungsstahl der Duktilitätsklasse wenigstens B gem. PN-EN 1992-1-1:2008 ermittelt wurden.

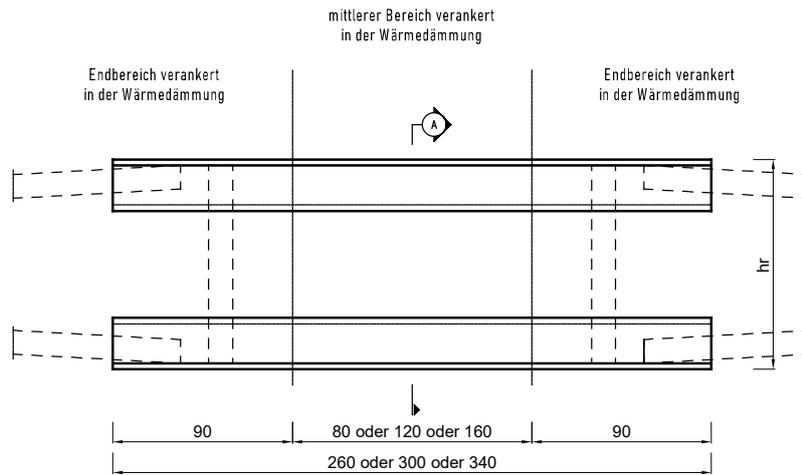
a)



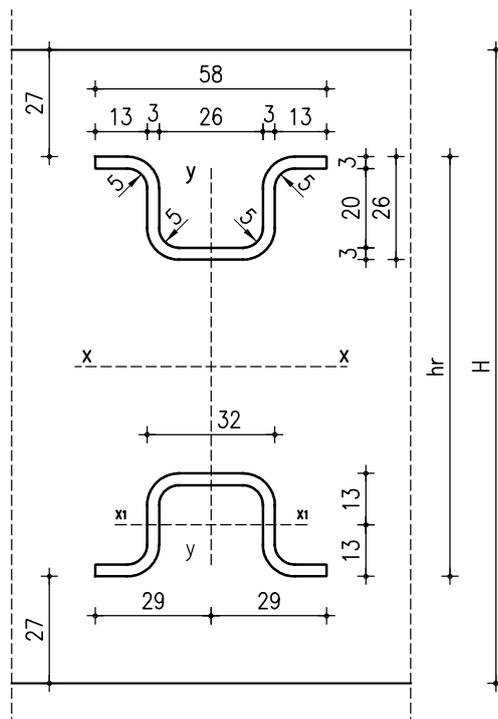
b)


 Abb. 15. Stäbe #12 mm im Rahmen OMEGA.XX.YY.U11.U11 (dargestellt wurde nur eine Seite des Rahmens)  
 a) Seitenansicht; b) Grundriss

Alle im System TIPOMEGA® eingesetzten kaltgeformten Edelstahlprofile weisen eine identische Form und Dicke auf. Bei allen Stahlprofilen können drei Bereiche ausgesondert werden: zwei seitliche Bereiche mit einer Länge von 90 mm, die in Stahlbetonbauteilen verankert sind und einen mittleren Bereich des Profils, der in der Wärmedämmung eingetaucht ist. Der mittlere Bereich der Profile für das System TIPOMEGA.08 hat eine Länge von 8 cm, für das System TIPOMEGA.12 - 12 cm und für das System TIPOMEGA.16 - 16 cm (siehe Abb. 16).



**SCHNITT A-A**



Fläche des Querschnitts eines Profils  
 $A[\text{cm}^2] = 2,79$

Abb. 16. Kaltgebogene Profile aus Edelstahl im OMEGA Rahmen  
 a) Seitenansicht; b) senkrechter Querschnitt

Die Abmessungen und die Form der Tragmodule hängen von der Höhe und von den Formen der zu verbindenden Stahlbetonbauteile und von der Dicke der im System eingesetzten Wärmedämmung ab. Die Höhen der Rahmen OMEGA (hr) hängen von der Dicke der Platte (H). Diese Abhängigkeit wurde in der Tabelle 13 dargestellt.

Tab. 13. Die Abhängigkeit des Stahlrahmens OMEGA von der Dicke der Platte

Dicke der Platte (H) [mm]	160	180	200	220	240
Höhe des Rahmens (hr) [mm]	106	126	146	166	186

## 6. VERWENDUNG DER „U“ STÄBE

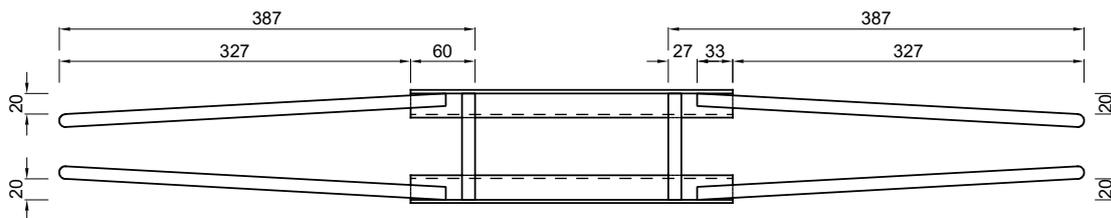
Waagerechte Stäbe #12 mm, die für eine entsprechende Verankerung der Profile in Stahlbeton-Bauteilen geeignet sind und mit „U“ gekennzeichnet sind, weisen am Ende eine spezielle Schleife auf. In Abhängigkeit von der Form und von der Anordnung der äußeren Stahlbeton-Bauteile und der inneren Gebäude-Elemente, die mit dem TIPOMEGA® System verbunden werden, können die „U“ Bewehrungsstäbe in vier Ausführungen vorkommen: U1, U2, U3 und U4. Zusätzlich können die Stäbe der Ausführungen U3 und U4 nach oben (UG3, UG4) oder nach unten (UD3, UD4) ausgerichtet werden.

### 6.1. Form U1

Nachfolgend wurden die Beispiele für die Anwendung der Stäbe U1 dargestellt, die für die Verankerung in der Decke bestimmt sind. Die obere Ebene der Abstütz-Balkonplatte befindet sich auf der gleichen Ordinate, wie die Deckenplatte (siehe Abb. 17, Abb. 18). Bei einer Deckenplatte, die oberhalb der Ebene der Balkonplatte angeordnet ist, ist die Anforderung einer Betondeckung der Stabschleife U1 zu berücksichtigen, die wenigstens 40 mm beträgt (siehe Abb. 18c).

Wenn aus dem Konstruktionsprojekt resultiert, dass die TIPOMEGA® Anschlüsse Biegemomente sowohl in Plus- als auch in Minusrichtung übertragen werden müssen (z.B.: bei einer indirekten Balkonplatte), sind Tragrahmen OMEGA.XX.YY.U11.U11 mit U1 Stäben einzusetzen, die sowohl am oberen als auch am unteren Edelstahlprofil anzuschweißen (siehe Abb. 17).

a)



b)

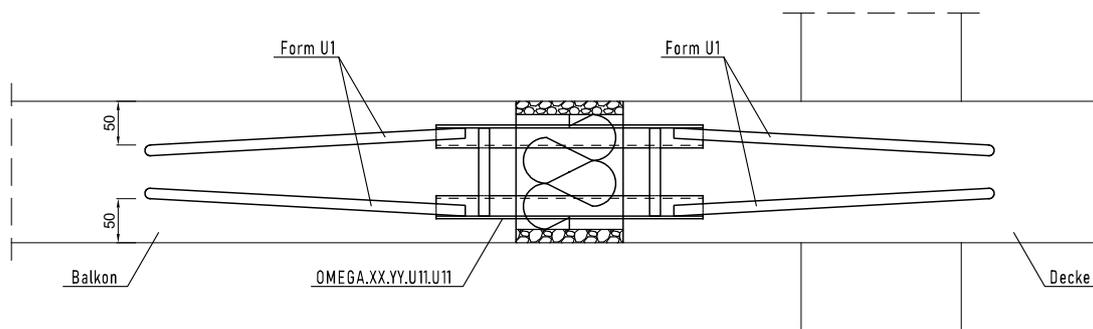


Abb. 17. Verwendung des Rahmens OMEGA.XX.YY.U11.U11 (indirekte Abstützung der Balkonplatte)

a) Seitenansicht; b) Anwendungsbeispiel

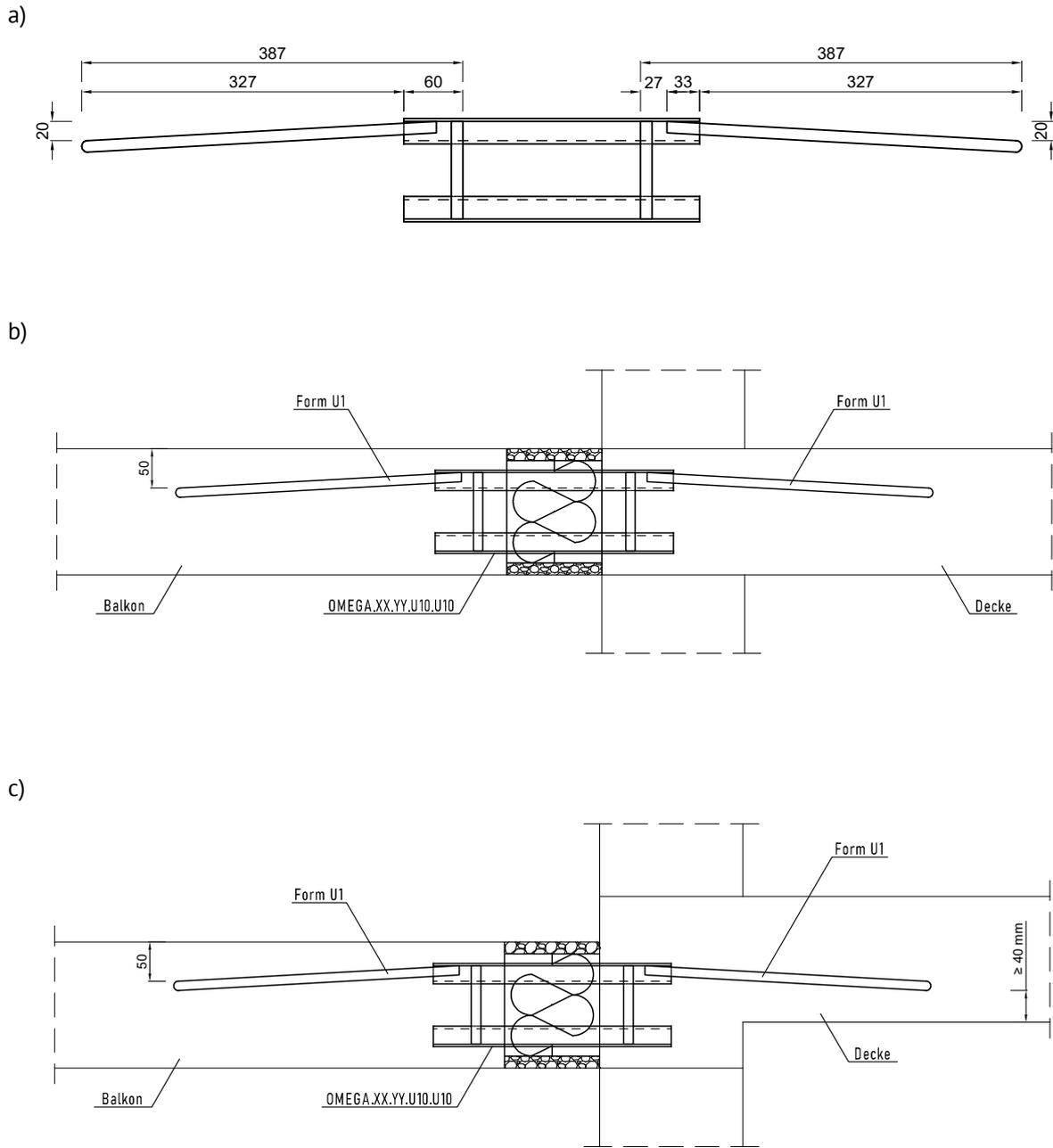


Abb. 18. Verwendung des Rahmens OMEGA.XX.YY.U10.U10  
 a) Seitenansicht; b), c) Anwendungsbeispiele

## 6.2. Form U2

Um die Kollisionen der U1 Stäbe an zwei oder mehr benachbarten OMEGA Tragrahmen zu verhindern (z.B.: bei Eckbalkons), können entsprechend abgebogene U2 Stäbe eingesetzt werden (siehe Abb. 19).

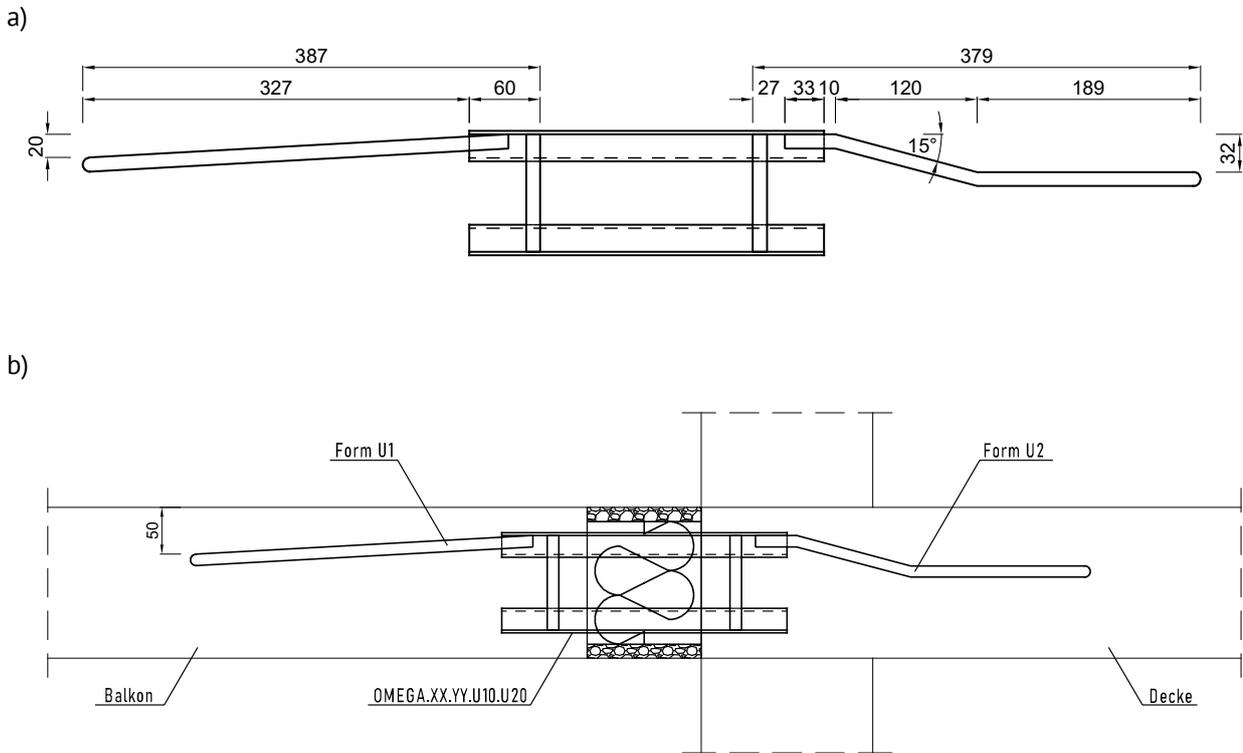


Abb. 19. Verwendung des Rahmens OMEGA.XX.YY.U10.U20  
a) Seitenansicht; b) Anwendungsbeispiel

### 6.3. Form U3

Bei einer Deckenplatte, deren obere Eben an einer anderen Ordinate als Abstützung-Balkonplatte liegt, können die OMEGA Rahmen mit entsprechend gebogenen U3 Stäben eingesetzt werden. In solchem Fall werden die Rahmen im Stahlbeton-Träger oder in der Stahlbeton-Wand verankert, die unterhalb (UD3) oder oberhalb (UG3) der oberen Ebene der Balkonplatte angeordnet ist. Die Mindestbreite des Trägers oder der Wand, in der die OMEGA Rahmen befestigt werden, beträgt 180 mm (siehe Abb. 20, Abb. 21).

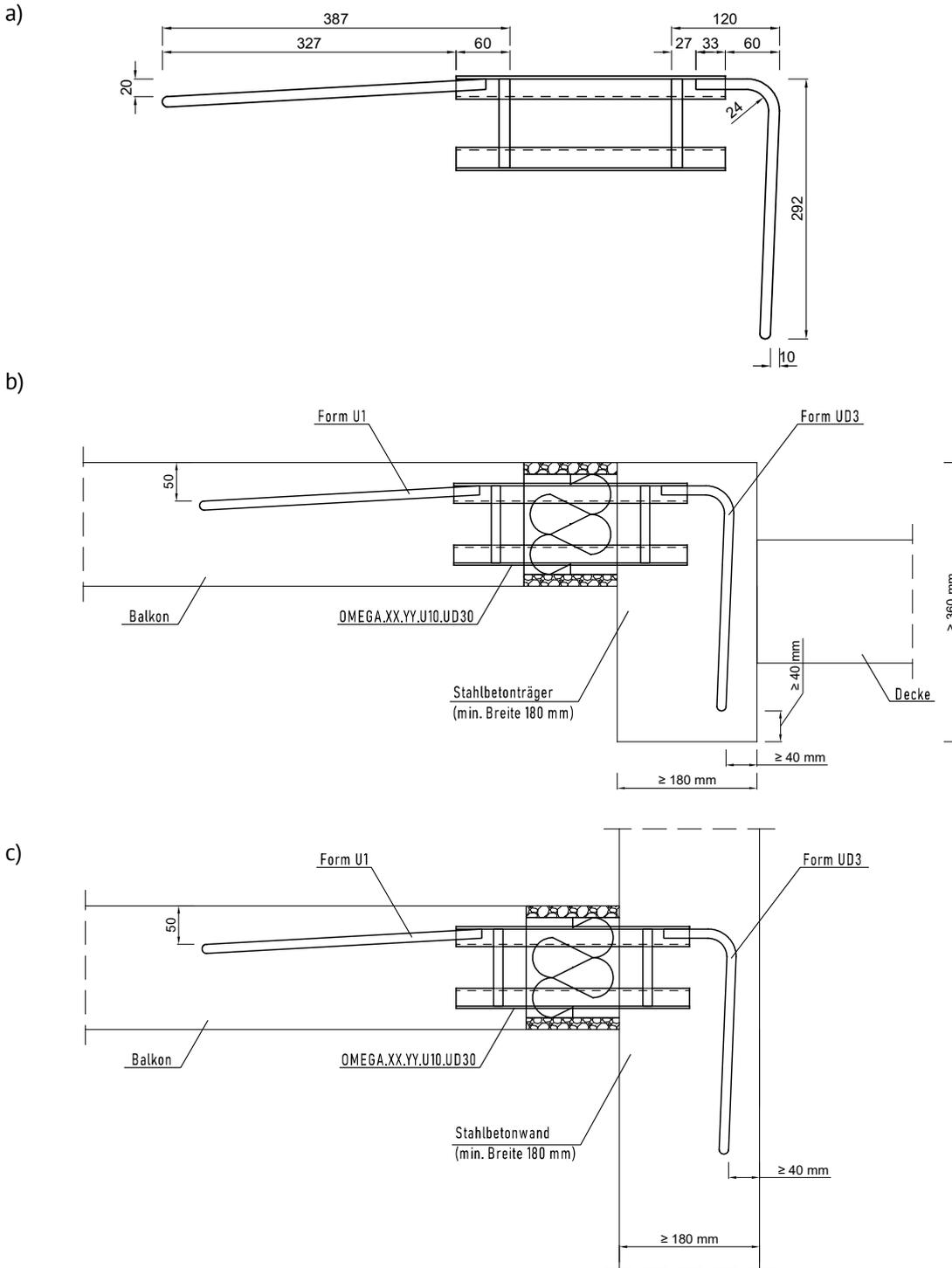
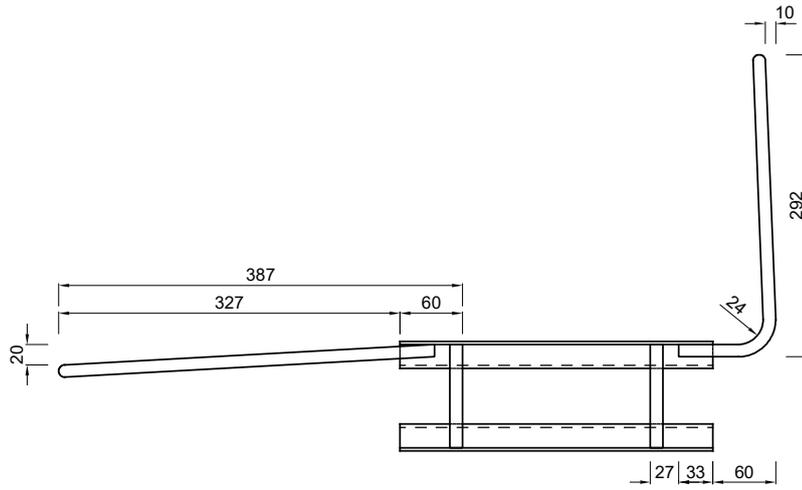
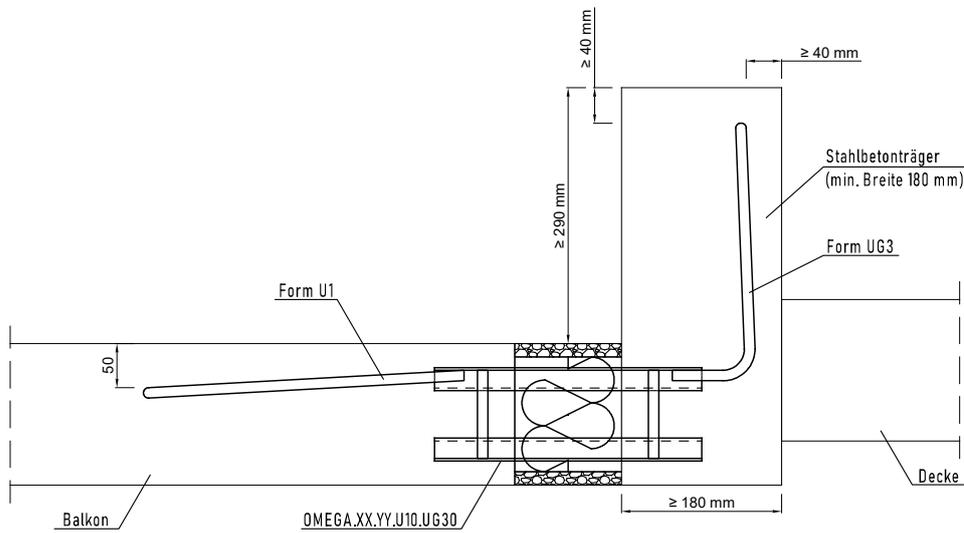


Abb. 20. Anwendung des Rahmens OMEGA.XX.YY.U10.UD30  
a) Seitenansicht; b), c) Anwendungsbeispiele

a)



b)



c)

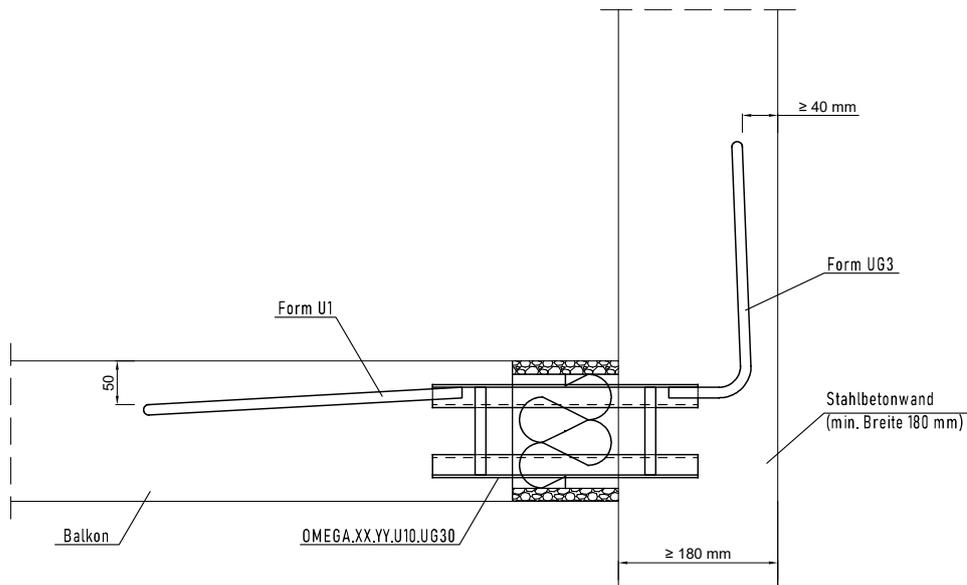


Abb. 21. Anwendung des Rahmens OMEGA.XX.YY.U10.UG30  
a) Seitenansicht; b), c) Anwendungsbeispiele

### 6.4. Form U4

Zur Abstützung der Balkonplatte am Stahlbeton-Träger mit geringen Abmessungen (Breite des Trägers min. 240 mm) sind die OMEGA Rahmen mit entsprechend gebogenen Stäben U4 einzusetzen. Die Rahmen können im Stahlbeton-Träger verankert werden, der unterhalb (UD3) oder oberhalb (UG3) der oberen Ebene der Balkonplatte angeordnet ist (siehe Abb. 22, Abb. 23).

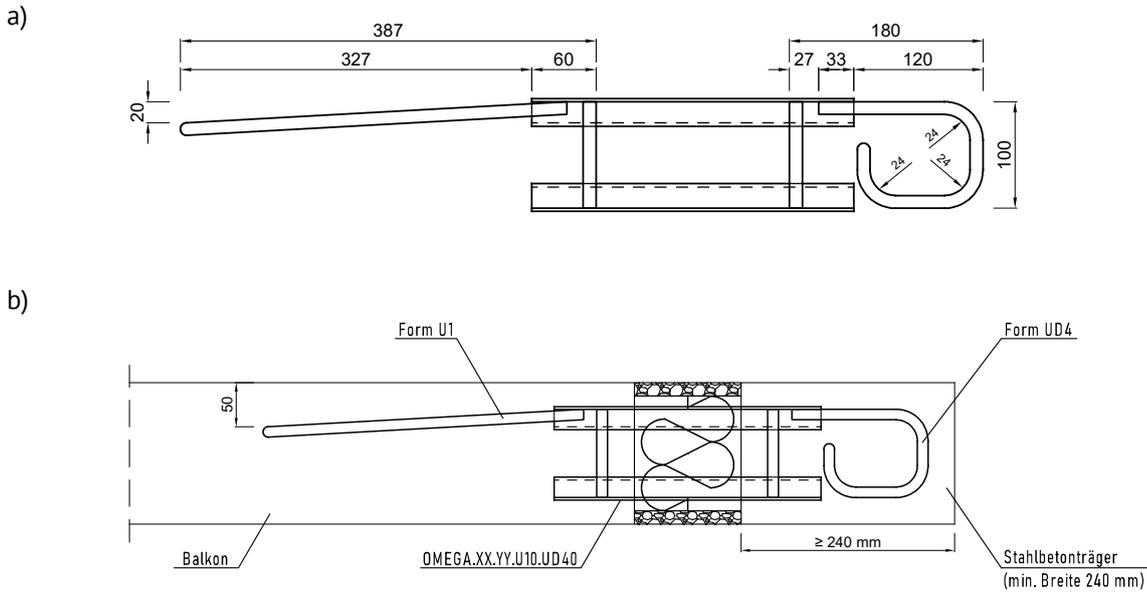


Abb. 22. Verwendung der Rahmen OMEGA.XX.YY.U10.UD40

a) Seitenansicht; b) Anwendungsbeispiel

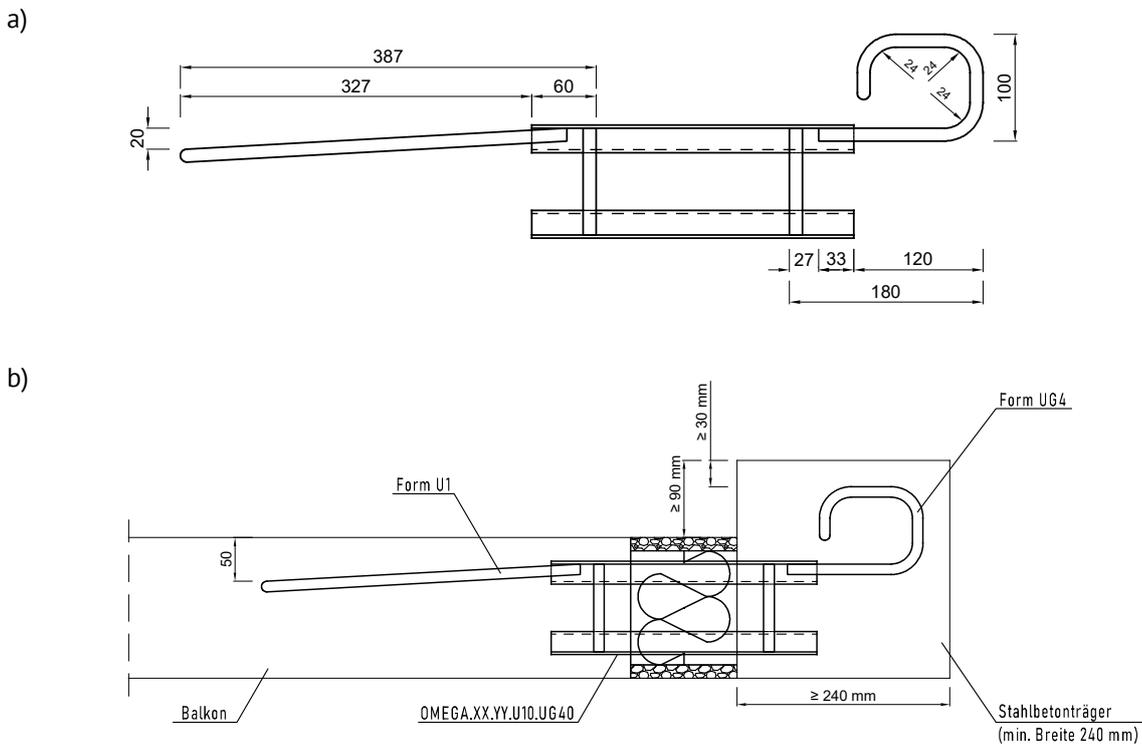


Abb. 23. Anwendung der Rahmen OMEGA.XX.YY.U10.UG40

a) Seitenansicht; b) Anwendungsbeispiel

## 7. KONSTRUKTIONSANFORDERUNGEN DER STAHLBETON-BAUTEILE

Für den Einsatz des Systems TIPOMEGA® müssen folgende Voraussetzungen erfüllt werden:

- Die zu verbindenden Konstruktionselemente müssen wenigstens aus normalem Beton hergestellt werden, mit der Klasse von wenigstens C20/25 gem. der Norm PN-EN 206+A1:2016; die Stärke der Umhüllung der Bewehrung sollte nicht kleiner als 3 cm und die Stärke der Umhüllung der Stahlprofile nicht kleiner als 2,5 cm sein.
- In Anbetracht der korrosionsbezogenen Aggressivität des Umfelds sollten die Stahlbeton-Bauteile in Übereinstimmung mit den Anforderungen ausgelegt werden, die im Anhang A zur Norm PN-EN 1993-1-4:2007 definiert wurden.
- Die zu verbindenden Konstruktionsbauteile müssen ausreichend bewehrt sein; die Anzahl und die Art der Bewehrung muss auf Grund der Statik- und Festigkeitsberechnungen ermittelt werden, gem. den Bemessungsregeln (Einhaltung der Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Nutzung) und gem. der Norm PN-EN 1992-1-1 (EC2);
- In äußeren Stahlbetonplatten sind Dehnungsfugen einzusetzen; die Abstände zwischen den Dehnungsfugen müssen auf Grund der Statik- und Festigkeitsberechnungen gem. PN-EN 1992-1-1 (EC2) ausgewählt werden und die Anforderungen nach Punkt 10.3 erfüllen.

## 8. BRANDSCHUTZ

Stahlbetonbalkonplatten, die mit Konstruktionsbauteilen aus Stahlbeton unter Einsatz von TIPOMEGA® Bewehrungsanschlüssen verbunden wurden, wurden nach den Kriterien der Norm PN-EN 13501-2:2016 in der Feuerwiderstandsklasse REI 120 klassifiziert. Die Feuerschutzelemente befinden sich an allen nicht mit Beton abgedeckten Seiten des linearen Anschlusses, d.h. entlang der ganzen Verbindung von oben nach unten und an den beiden seitliche Kanten (siehe Abb. 24).

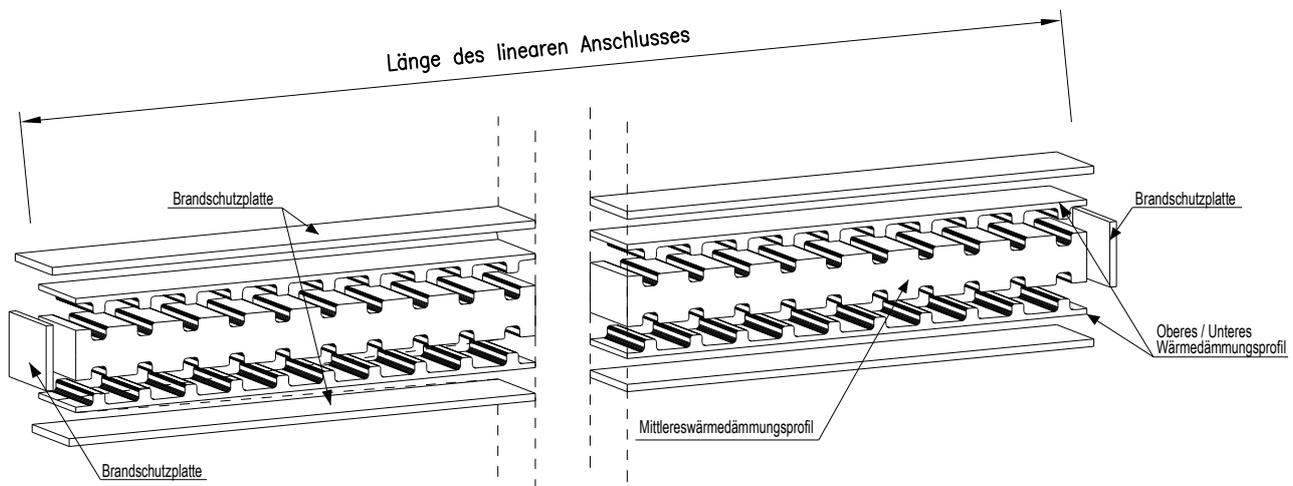


Abb. 24. Feuerwiderstandsklasse REI 120 des Systems TIPOMEGA®

Die Abschnitte der Verbindung der Balkonplatten mit dem Gebäude, die keiner Bewehrung bedürfen, können aus TIP Wärmedämmungsprofilen hergestellt werden, die an sonstigen Abschnitten der Verbindung eingesetzt wurden, an denen keine Bewehrung eingesetzt wurde, jedoch mit Brandschutzplatten aus Magnesiumplatten mcr TECBOR mit einer Stärke von 15 mm. Alternativ können die Abschnitte der Verbindung der Balkonplatte, die keiner Bewehrung bedürfen, mit einer Höhe von wenigstens 160 mm mit der Steinmineralwolle mit einer Dichte von wenigstens 65 kg/m<sup>3</sup> - im Falle der Klasse der linearen Verbindung EI 30 oder EI 60 oder mit Steinmineralwolle mit einer Dichte von wenigstens 150 kg/m<sup>3</sup> - im Falle der Klasse der linearen Verbindung EI 120 gefüllt werden. Es können auch andere Lösungen bei den Abdichtungen der linearen Anschlüsse eingesetzt werden, die gemäß den geltenden Vorschriften in Verkehr gebracht wurden und die Anforderungen der Feuerwiderstandsklasse erfüllen, die nicht niedriger als die Feuerwiderstandsklasse der Balkonplatte ist.

**9. TECHNISCHE PARAMETER DER OMEGA RAHMEN**

**9.1. Nachgiebigkeiten**

Senkrechte ( $k_v$ ) und waagerechte ( $k_h$ ) Wegfedersteifigkeit eines einzelnen OMEGA Moduls in Verbindungen der Stahlbeton-Bauteile des TIPOMEGA® Systems sind gem. der Tabelle 14 anzunehmen:

Tab. 14. Abhängigkeit der senkrechten und der waagerechten Steifigkeit in Verbindungen mit dem System TIPOMEGA®

	Senkrechte Steifigkeit ( $k_v$ )	Waagerechte Steifigkeit ( $k_h$ )
OMEGA.08 [kN/m]	227 000	665 000
OMEGA.12 [kN/m]	70 000	197 000
OMEGA.16 [kN/m]	30 000	83 000

Drehfedersteifigkeit ( $k_\phi$ ) eines einzelnen OMEGA Rahmens hängt von der Dicke der Platte (H) und von der Dicke der Wärmedämmung des TIPOMEGA® Systems ab und wurde in der Tabelle 15 festgelegt.

Tab. 15. Die Abhängigkeit der Biegesteifigkeit im System TIPOMEGA®

Dicke der Platte (H) [mm]	160	180	200	220	240
OMEGA.08 [kNm/rad]	2 250	3 500	5 000	6 800	8 900
OMEGA.12 [kNm/rad]	1 500	2 300	3 350	4 550	5 950
OMEGA.16 [kNm/rad]	1 100	1 750	2 500	3 400	4 450

**9.2. Arbeitsanalyse**

Im Bereich der Wärmedämmung (L) wirken auf jeden OMEGA Rahmen die Querkräfte (V) und Biegemomente (M). Die Werte dieser Kräfte im Berechnungsmodell ergeben sich aus der statischen Analyse der Balkonplatte, die durch den Statiker durchgeführt wurde. Sonstige externen Kräfte, darunter Drehmoment und normale Kräfte, sollen vernachlässigbar klein sein (siehe Abb. 25).

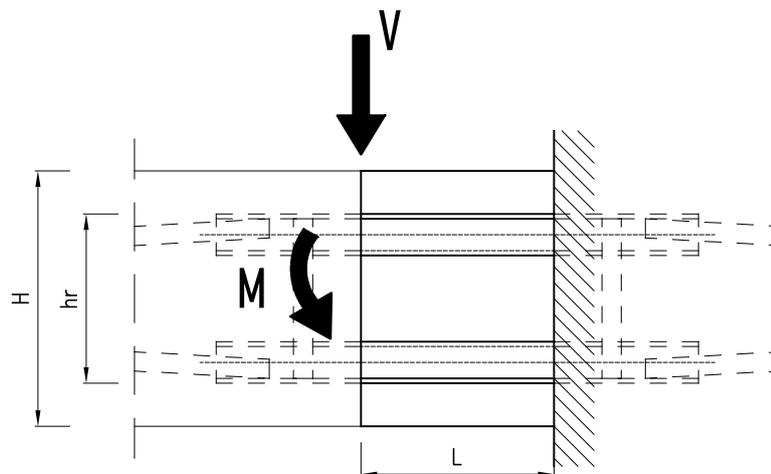


Abb. 25. Statisches Schema der Edelstahlprofile im Bereich der Wärmedämmung

Wenn man die Arbeit der beiden Edelstahlprofile in einem OMEGA Rahmen analysiert, bekommt man den Einfluss der Kraft  $V$ , bei der normale Spannungen in Querschnitten der Edelstahlprofile entstehen und bei der Querspannungen  $V$  und Biegemoment erzeugt werden.

Wenn man die Wirkung der Kraft  $V$  auf einfaches Profil berücksichtigt, bekommt man ein Diagramm der Querspannungen  $T_v$  und der Biegemomente  $M_v$  (siehe Abb. 26 und Abb. 27).

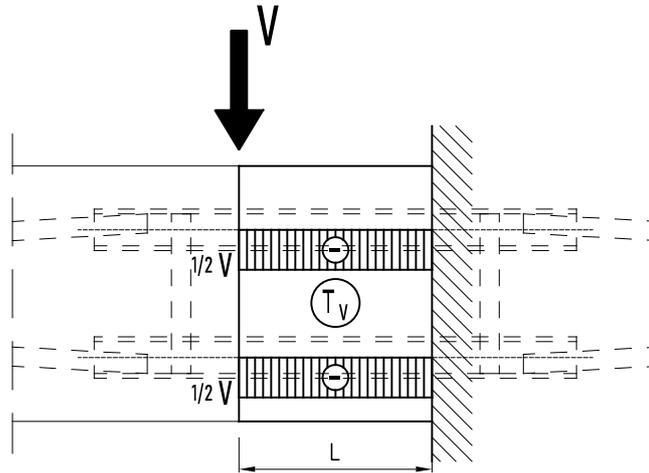


Abb. 26. Diagramme der Querspannungen, die durch die Kraft  $V$  verursacht wurden

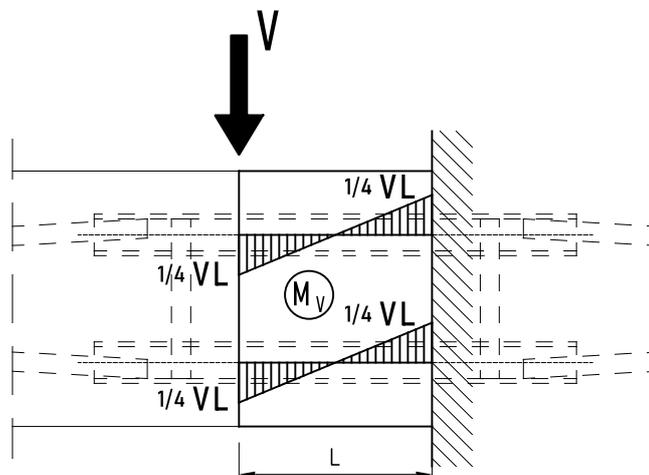


Abb. 27. Diagramme der Biegemomente, die durch die Kraft  $V$  verursacht wurden

### 9.3. Tragfähigkeit-Berechnungswerte

Die Tragfähigkeit-Berechnungswerte der OMEGA Rahmen, die im Punkt 11 angegeben wurden, definieren die Gruppe von solchen Kraft-Paaren ( $M, V$ ), die nicht zur Überschreitung der Tragfähigkeit der Edelstahlprofile im OMEGA Rahmen und nicht zur Überschreitung der Grenzzustände der Tragfähigkeit der Verankerungsbereiche der OMEGA Rahmen im Beton der Tragkonstruktion des Gebäudes und in der Balkonplatte führen. Es wurde angenommen, dass die Edelstahlprofile in einem linear gefederten Zustand arbeiten werden. Die Auswertungen der Tragfähigkeit der Rahmen OMEGA und der Verankerungsbereiche im Beton wurden in Anlehnung an die Eurocode-Normen durchgeführt.

Die Quertragfähigkeiten  $V$  (ausgedrückt in [kN]) und Tragfähigkeit Biegemoment  $M$  (ausgedrückt in [kNm]) des einzelnes OMEGA Moduls hängen von der Dicke und von der Höhe der Wärmedämmung ab, die mit der Dicke der zu verbindenden Stahlbeton-Bauteile identisch ist. Bei der Berücksichtigung der Bereiche der Einbetonierung der Module muss auch die Festigkeitsklasse des Betons und der Abstand der Module in Betracht gezogen werden. Die Paare der maximalen Berechnungsbiegemomenten und maximalen Berechnungsquerkräfte und Berechnung-Biege- und Quertragfähigkeiten der Verbindungen, die unter Einsatz der TIPOMEGA® Anschlüsse hergestellt wurden, wurden auf den Interaktion-Diagrammen dargestellt (siehe Diag. 1, Diag. 2, Diag. 3) und in den Tabellen unter den Diagrammen zusammengestellt.

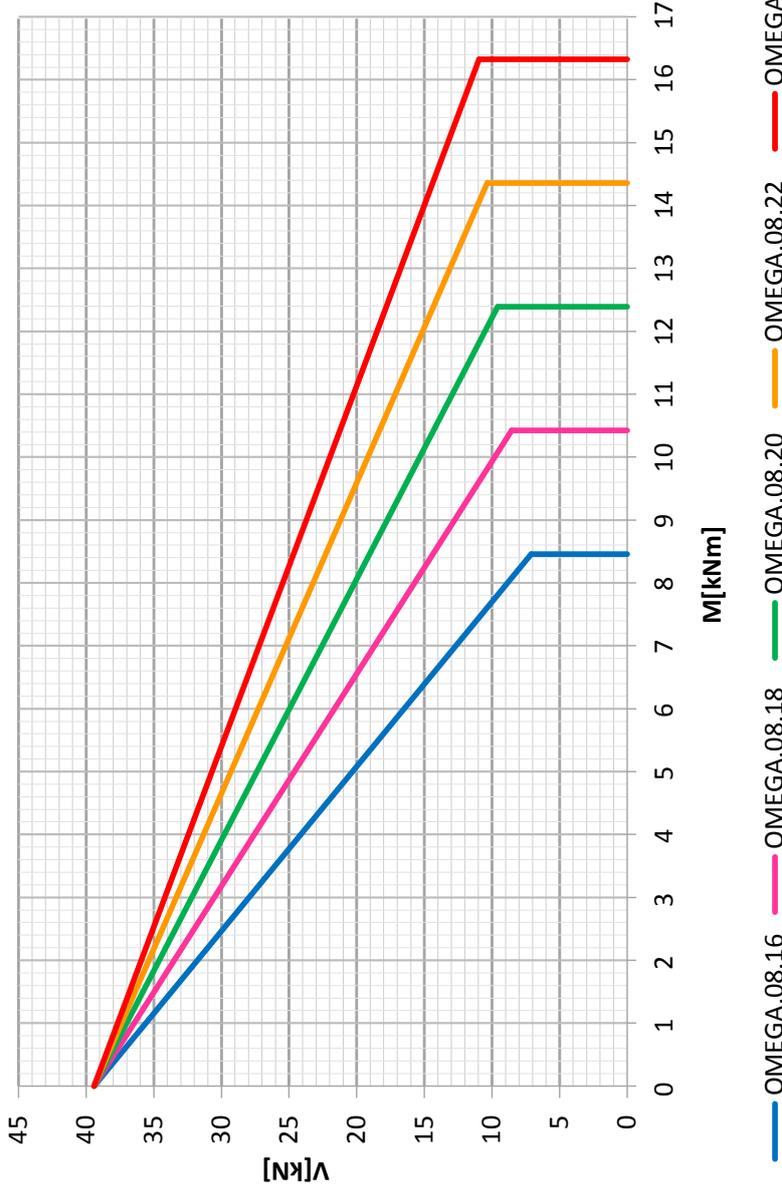
In allen Ausführungen der Form der Bewehrungsstäbe „U“ kann der OMEGA Rahmen die Querkräfte  $V$  in beiden Richtungen übertragen (sowohl in Plus als auch in Minusrichtung). Zusätzlich bezieht sich die o.g. Eigenschaft, im Falle des Einsatzes der Stäbe U1 im Rahmen, die sowohl am oberen als auch unteren Profils (OMEGA.XX.YY.U11.U11, siehe Abb. 5 und Abb. 17) angeschweißt werden, auf die Übertragung der Biegemomente  $M$ .

Die OMEGA Tragmodule können die Kräfte übertragen, die parallel zum Gebäude ( $H$ ) wirken und in der Tabelle 16 angegeben wurden. Die Tragfähigkeit gegen die Kräfte, die parallel zur Verbindung wirken, bezieht sich nur auf die Fälle, bei denen die Kraft  $H$  vorkommt, ohne Querkraft  $V$  und ohne Biegemoment  $M$ . Dies bedeutet, dass die Kraft  $H$  nur auf den Anschluss wirkt (diese Kraft darf nicht als eine zusätzliche Auswirkung betrachtet werden, die sich aus der waagerechten Belastung ergibt, die auf die Balkonplatte wirkt). Die analysierte Situation kann z.B. bei einem Anschluss an die Gebäudekonstruktion der senkrechten Wände vorkommen.

Tab. 16. Bemessung-Tragfähigkeit des einzelnen OMEGA Rahmens gegen Kräfte, die parallel zur Verbindung wirken

	Waagerechte Tragfähigkeit (H)
OMEGA.08 [kN]	71,15
OMEGA.12 [kN]	47,43
OMEGA.16 [kN]	35,57

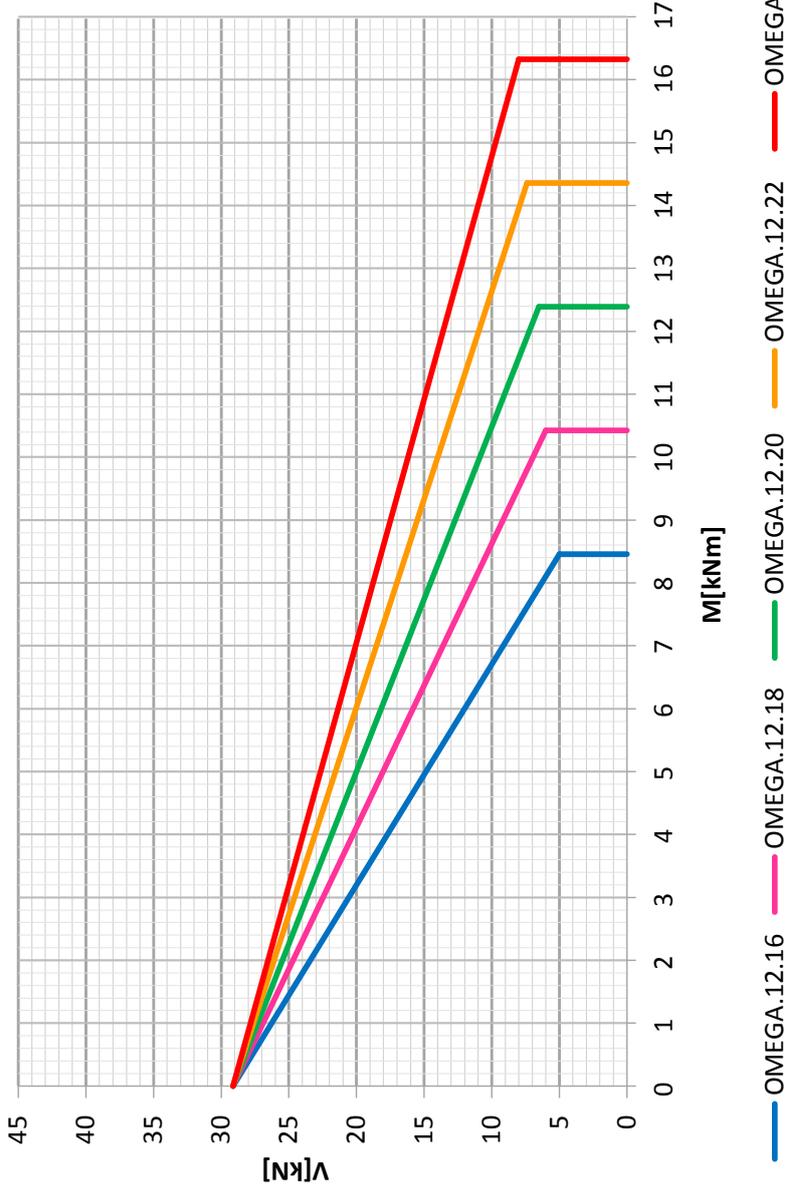
# OMEGA.08 Interaktion M-V



Diag. 1. Diagramm der Interaktionen M-V für Module OMEGA.08

OMEGA.08.16	V [kN]	39,41	38,00	36,00	34,00	32,00	30,50	29,00	27,50	26,00	24,50	23,00	21,50	20,00	18,50	17,00	15,00	13,00	11,00	9,00	7,10	0,00	
OMEGA.08.16	M [kNm]	0,00	0,37	0,89	1,42	1,94	2,33	2,73	3,12	3,51	3,90	4,30	4,69	5,08	5,48	5,87	6,39	6,92	7,44	7,96	8,46	8,46	
OMEGA.08.18	V [kN]	39,41	38,00	36,00	34,00	32,50	31,00	29,50	28,00	26,50	25,00	23,00	21,00	19,00	17,00	15,50	15,00	13,50	12,00	10,50	9,00	8,56	0,00
OMEGA.08.18	M [kNm]	0,00	0,48	1,15	1,83	2,33	2,84	3,35	3,85	4,36	4,87	5,34	5,77	6,22	6,69	7,17	7,65	8,14	8,63	9,10	9,59	10,07	10,42
OMEGA.08.20	V [kN]	39,41	38,00	36,50	35,00	33,50	32,00	30,50	29,00	27,50	26,00	25,00	24,00	23,00	22,00	21,00	19,50	18,00	16,50	15,00	13,50	12,00	10,50
OMEGA.08.20	M [kNm]	0,00	0,59	1,21	1,83	2,45	3,08	3,70	4,32	4,95	5,57	5,99	6,40	6,82	7,23	7,65	8,07	8,49	8,91	9,32	9,74	10,16	10,58
OMEGA.08.22	V [kN]	39,41	38,00	36,50	35,00	33,50	32,00	31,00	30,00	29,00	28,00	27,00	26,00	25,00	24,00	23,00	22,00	21,00	20,00	18,50	17,00	15,50	14,00
OMEGA.08.22	M [kNm]	0,00	0,70	1,44	2,18	2,92	3,66	4,41	5,14	5,84	6,54	7,24	7,94	8,64	9,34	10,04	10,74	11,44	12,14	12,84	13,54	14,24	14,94
OMEGA.08.24	V [kN]	39,41	38,00	37,00	36,00	35,00	34,00	33,00	32,00	31,00	30,00	29,00	27,50	26,00	24,50	23,00	21,50	20,00	19,00	18,00	17,00	16,00	15,00
OMEGA.08.24	M [kNm]	0,00	0,81	1,38	1,96	2,53	3,10	3,68	4,25	4,82	5,40	5,97	6,53	7,10	7,67	8,24	8,81	9,38	9,95	10,52	11,09	11,66	12,23

# OMEGA.12 Interaktion M-V



Diag. 2. Diagramm der Interaktionen M-V für Module OMEGA.12

OMEGA.12.16	V [kN]	28,90	28,00	27,00	26,00	25,00	24,00	22,50	21,00	19,50	18,00	16,50	15,00	13,50	12,00	10,50	9,00	8,00	7,00	6,00	4,88	0,00						
OMEGA.12.16	M [kNm]	0,00	0,32	0,67	1,02	1,37	1,73	2,25	2,78	3,31	3,84	4,37	4,90	5,42	5,95	6,48	7,01	7,36	7,71	8,07	8,46	8,46						
OMEGA.12.18	V [kN]	28,90	28,00	27,00	26,00	25,00	24,00	23,00	22,00	21,00	19,50	18,00	16,50	15,00	13,50	12,00	11,00	10,00	9,00	8,00	7,00	5,96	0,00					
OMEGA.12.18	M [kNm]	0,00	0,41	0,86	1,32	1,77	2,23	2,68	3,13	3,59	4,27	4,95	5,63	6,32	7,00	7,68	8,13	8,59	9,04	9,50	9,95	10,42	10,42					
OMEGA.12.20	V [kN]	28,90	28,00	27,00	26,00	25,00	24,00	23,00	22,00	21,00	20,00	19,00	17,50	16,00	15,00	14,00	13,00	12,00	11,00	10,00	9,00	8,00	7,00	0,00				
OMEGA.12.20	M [kNm]	0,00	0,50	1,06	1,62	2,18	2,74	3,30	3,86	4,41	4,97	5,53	6,37	7,21	7,77	8,33	8,89	9,44	10,00	10,56	11,12	11,68	12,24	12,39				
OMEGA.12.22	V [kN]	28,90	28,50	28,00	27,00	26,00	25,00	24,00	23,00	22,00	21,00	20,00	19,00	18,00	17,00	16,00	15,00	14,00	13,00	12,00	11,00	10,00	9,00	8,00	7,50	0,00		
OMEGA.12.22	M [kNm]	0,00	0,27	0,60	1,26	1,93	2,59	3,26	3,92	4,59	5,25	5,92	6,58	7,25	7,91	8,57	9,24	9,90	10,57	11,23	11,90	12,56	13,23	13,89	14,22	14,36	14,36	
OMEGA.12.24	V [kN]	28,90	28,50	28,00	27,00	26,00	25,00	24,00	23,00	22,00	21,00	20,00	19,00	18,00	17,00	16,00	15,00	14,00	13,00	12,00	11,00	10,00	9,50	9,00	8,50	8,00	7,75	0,00
OMEGA.12.24	M [kNm]	0,00	0,31	0,69	1,47	2,24	3,01	3,78	4,55	5,33	6,10	6,87	7,64	8,41	9,19	9,96	10,73	11,50	12,27	13,05	13,82	14,59	14,98	15,36	15,75	16,13	16,33	16,33



## 10. AUSLEGUNG DER BALKONPLATTEN MIT ANSCHLÜSSEN TIPOMEGA®

### 10.1. Abstand der Rahmen OMEGA

Bei dem System TIPOMEGA® sind axiale Abstände der Tragelemente OMEGA möglich, das Mehrfache von 100 mm sind (d.h.: 100 mm, 200 mm, 300 mm usw.). Der Abstand der Rahmen OMEGA muss so angepasst werden, dass die lineare Tragfähigkeit der Rahmen nicht kleiner als Berechnungswerte der Querkräfte und Biegemomente des Anschlusses sind, die im Rahmen der Statik- und Festigkeitsberechnungen ermittelt wurden. Unter der linearen Tragfähigkeit wird hier der Quotient des einzelnen OMEGA Moduls und des Modulabstand des jeweiligen Abschnitts verstanden. Die Statik- und Festigkeitsberechnungen dürfen bei einer Annahme durchgeführt werden, dass die zu verbindenden Konstruktionsbauteile aus Stahlbeton durchgängig und linear verbunden werden, vorausgesetzt, dass erforderliche Abstände zwischen den Rahmen nicht überschritten werden. Ein maximaler axialer Abstand der OMEGA Module ist  $5H$ , wo  $H$  die Dicke des äußeren Stahlbeton-Bauteils bedeutet. Der minimale Abstand von der Achse des Tragelementes zur quer gelegenen Außenkante des zu verbindenden Stahlbetonbauteils beträgt 100 mm. Der maximale Abstand von der Achse des OMEGA Rahmens bis zur Außenkante der Verbindung, bei der keine Verformungen der Platte vorkommen (quer zu OMEGA Modulen) mit der dominierenden seitlichen Belastung, die zu einer nicht gleichmäßigen Belastung der Module führen, ist der Wert  $3H$  (siehe Abb. 28). Sollte es notwendig sein, die maximalen  $3H$ - und  $5H$ -Abstände zu überschreiten, ist die Tragfähigkeit gegen Durchstechen zu überprüfen und nach Bedarf entsprechende Bewehrung in den zu verbindenden Stahlbeton-Bauteilen zu planen.

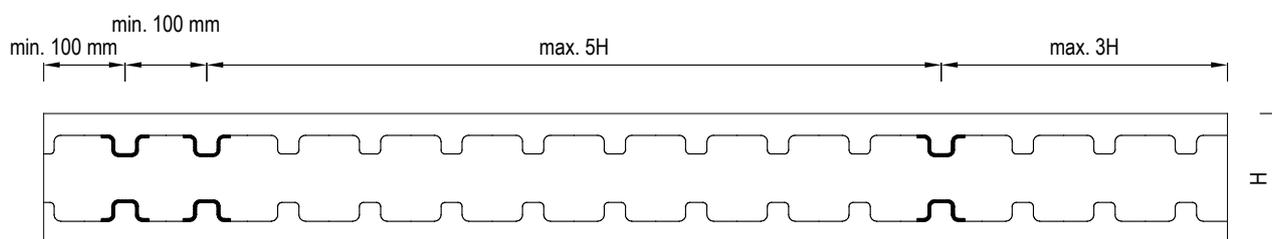


Abb. 28. Einschränkungen des Abstands für die OMEGA Module bei der Annahme einer durchgängigen, linearen Abstützung

### 10.2. Gruppierung der Rahmen OMEGA

Bei der Gruppierung der OMEGA Module in Bereichen, bei denen die Querschnittskräfte örtlich höher werden (z.B. an den Ecken oder am Überhang der Balkonplatte außerhalb der Gebäudekante) wird die maximale Länge der gemittelten Kräfte von 80 cm angenommen. Dies bedeutet, dass bei einem Abstand der OMEGA Module von 20 cm ein Durchschnittswert der Kräfte für 5 Module festgelegt werden kann (Anordnung 0-20-40-60-80 cm). Analog, bei einem Abstand der OMEGA Module von 10 cm kann ein Durchschnittswert der Kräfte für 9 Module festgelegt werden (Anordnung 0-10-20-30-40-50-60-70-80 cm). Eine notwendige Voraussetzung für die o.g. Fälle ist es, dass in der ganzen Gruppe der Module, die Querschnittskräfte mit einem identischen Vorzeichen vorkommen.

### 10.3. Dehnungsfugen in den Platten

Ungünstige Einflüsse aus Schwund und thermischen Auswirkungen einzuschränken, ist - in gewissen Grenzen - die Freiheit der Verformungen der Balkonplatten sicherzustellen. Ein Faktor, durch den diese Freiheit eingeschränkt wird, sind TIPOMEGA® Anschlüsse, die als gefederte Abstützungen der betrachteten Platten arbeiten.

Gem. PN-EN 1992-1-1 (EC2) sind thermische Einflüsse immer bei der Prüfung der Nutzung-Grenzzustände zu berücksichtigen. Im Rahmen der Benutzungsgrenzzustände der Stahlbeton-Konstruktionen müssen - im Allgemeinen - die Weite der Risse und die Verformungen der Konstruktionen überprüft werden (gewöhnlich: Biegepeil). Wenn man annimmt, dass die Temperaturänderung der Balkonplatten - bei fehlender Wärmedämmung - eine gleichmäßige Erwärmung/Kühlung der Balkonplatte verursachen, kann die Überprüfung der Biegeverformungen außer Acht gelassen werden (eine gleichmäßige Temperaturänderung verursacht keine Biegekräfte und keine Biegungen). Bei einer gleichmäßigen Kühlung der Konstruktion kommt es zur Verkürzung des Bauteils, bei der Erwärmung - zu seiner Verlängerung. Von Bedeutung sind lineare Verformungen, die zwischen den Anschlüssen quer zur Auskragung einer Abstützplatte vorkommen (also parallel zur Stützkante). Durch die Anschlüsse wird die Freiheit der linearen Verformungen in Bereichen eingeschränkt, die an der befestigten Kante liegen. Die Folge dieser Einschränkung sind normale Spannungen auf der Kante der Platte: Druckspannungen (bei einer gleichmäßigen Erwärmung) und Zugspannungen (bei einer gleichmäßigen Kühlung).

Der empfohlene Abstand der Dehnungsfuge, bei dem die Berücksichtigung des Schwunds, des Kriechens und der Temperatur im Konstruktionsprojekt wegfallen kann, ist  $d_{\text{joint}} = 20,0$  m. Wenn man die Verschiebung einer der Kanten blockiert, die quer zur befestigten Kante liegt, kann dieser Wert halbiert werden (siehe Abb. 29).

Außerdem müssen Materiallösungen eingesetzt werden, durch die negative Auswirkungen der Kratzer ausgeschlossen werden können. Eine der wirksamsten Methoden ist der Einsatz der flexiblen Antifeuchte-Beschichtungen auf der Oberfläche der Stahlbetonplatten.

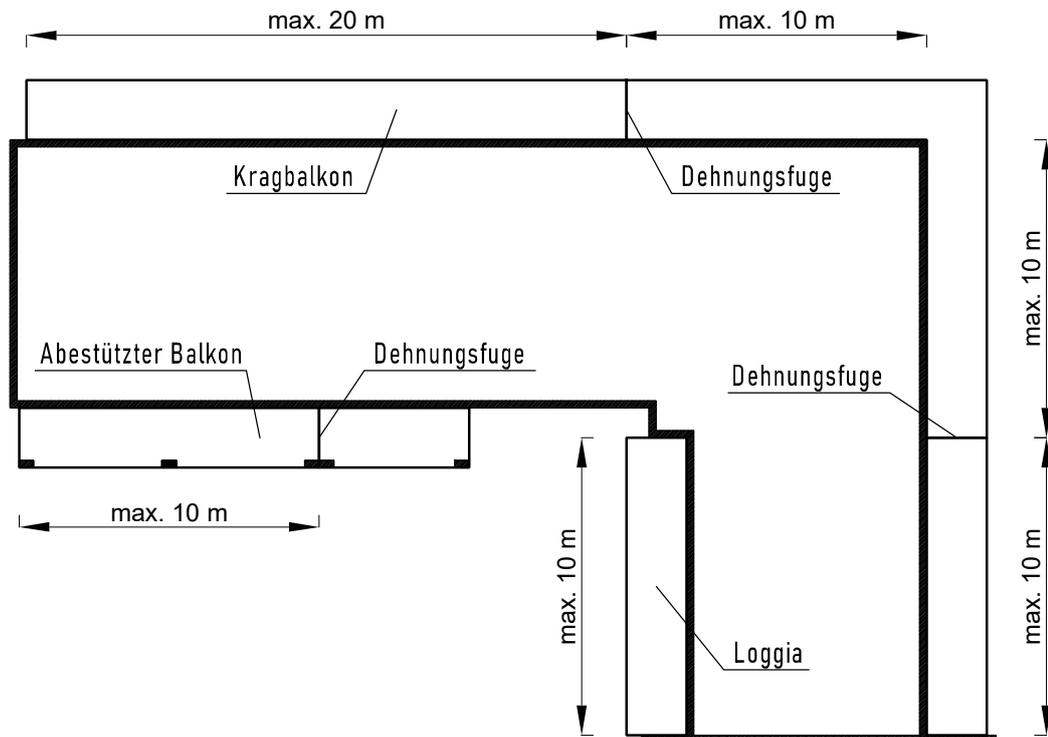


Abb. 29. Abstände zwischen den Dehnungsfugen

Bei Wegfall der Dehnungsfugen in der Konstruktion der Platten, die unter Einsatz der TIPOMEGA® Anschlüsse gemäß den Vorgaben des Herstellers (siehe Abb. 29) befestigt werden, ist eine detaillierte Analyse der Risse gem. der PN-EN 1992-1-1 (EC2) durchzuführen. Im Konstruktionsprojekt müssen die Auswirkungen der temperaturbedingten Verformungen, des Kriechens (der Kriechvorgang beeinflusst am stärksten die Verformungen von langfristigen Belastungen) und des Schwunds berücksichtigt werden. Man darf nicht vergessen, dass die Weite der Risse von der Geometrie der Konstruktion, der Bewehrung, der Betonart und von den Spannungen abhängt, die von der Zugkraft abhängig sind (bei fehlenden Biegemomenten).

Unter Berücksichtigung des Benutzungsgrenzzustands ist der Einfluss der Zugspannungen von großer Bedeutung (d.h. bei der Kühlung der Konstruktion) und der Risse, die infolge dieser Spannungen quer zur mittleren Ebene der Platte entstehen können. Die Weite der Risse ist in Anbetracht der nachfolgend aufgeführten Aspekte einzuschränken:

- ästhetik der Konstruktion (bis zur Ebene 0,4 mm),
- beständigkeit der Konstruktion (bis zur Ebene 0,3 mm, außer den Expositionsklassen X0 und XC1).

Von Bedeutung ist auch die Tatsache, dass die im Falle einer ungefähr axialen Dehnung entstehenden Risse die ganze Dicke der Platte beanspruchen werden, was eine unerwünschte Durchdringung des Wassers durch das Element zur Folge haben kann, woraus sich die nachfolgend beschriebenen Situationen ergeben können:

- ausspülen der Mineralen des Kalksteins und im Endeffekt die Verlockerung der Betonstruktur, Reduzierung des pH-Wertes und Reduzierung der Fähigkeit des Betons, die Bewehrungsstäbe gegen Korrosion zu schützen,
- entstehung von Ablagerungen und Ausblühungen von Salz auf der Konstruktion.

Es ist möglich, die Risse der mittels TIPOMEGA® Anschlüsse befestigten Balkonplatten vollständig auszuschließen. Tabelle 17 enthält Beispiele für die maximalen Abstände der zu verwendenden, dank denen verhindert man Kratzer, durch gleichmäßige Kühlung (für die Platten aus Beton C 25/30, bei der Annahme der Temperaturunterschiede  $\Delta t = -20^{\circ}\text{C}$ ).

Tab. 17. Maximale Abstände zwischen den Dehnungsfugen bei denen Risse ausgeschlossen werden können [m]

Abstand der Rahmen OMEGA [mm]	Dicke TIPOMEGA® [mm]	Höhe TIPOMEGA® [mm]				
		160	180	200	220	240
100	80	x	x	x	x	x
	120	x	3 m	3 m	3 m	4 m
	160	6 m	7 m	8 m	8 m	9 m
300	80	x	x	3 m	3 m	3 m
	120	7 m	9 m	10 m	10 m	10 m
	160	14 m	16 m	16 m	18 m	18 m
500	80	4 m	4 m	5 m	5 m	6 m
	120	12 m	12 m	14 m	14 m	16 m
	160	20 m	20 m	20 m	20 m	20 m
800	80	5 m	7 m	8 m	8 m	8 m
	120	16 m	16 m	18 m	20 m	20 m
	160	20 m	20 m	20 m	20 m	20 m

#### Anmerkungen:

- Die Kennzeichnung „x“ in der oben aufgeführten Tabelle bedeutet, dass das Verhindern der Risse für die jeweilige Kombination der geometrischen Konstruktionen durch den Einsatz von Dehnungsfugen nicht empfohlen wird (in diesen Fällen sollten die Dehnungsfugen sehr dicht ausgeführt werden, was sich technologisch, wirtschaftlich und ästhetisch als nicht akzeptabel erweist).
- Die Abstände der Dehnungsfuge wurden so ausgewählt, dass die Zugspannungen an der befestigten Kante, die sich aus einer gleichmäßigen Kühlung ergeben, den durchschnittlichen Wert der Zugfestigkeit des Betons nicht überschreiten (für Beton der Klasse C 25/30  $f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$ ).
- Für die Bedürfnisse der Erstellung der oben aufgeführten Tabelle wurde der Einfluss der Bewehrung, die entlang der befestigten Kante angeordnet ist, auf die Steifigkeit der Platte außer Acht gelassen (diese Annahme ist sicher).
- Wenn eine der Kanten, die quer zur Befestigung angeordnet ist, sich nicht frei verschieben kann (z.B. Balkons, die in zwei quer verlaufenden Kanten befestigt sind), sind die in der oben aufgeführten Tabelle angegebenen Werte zu halbieren.

Bei einem stark variablen Diagramm der Querschnittkräfte, das entlang der Verbindung des Balkons mit dem Gebäude verläuft (z.B. für äußere Eckbalkons), ist jedes Mal eine detaillierte Analyse der Risse der Balkonplatten durchzuführen.

## 10.4. Vorgaben für die Anordnung der Bewehrung in Balkonplatten

Gem. PN-EN 1992-1-1 (EC2) für die Sicherstellung einer korrekten Arbeit der Platte, sollen die notwendigen Bedingungen erfüllt werden, die sich auf die Anordnung der Bewehrung beziehen, d.h.:

- in Bereichen, in denen konzentrierte Belastungen vorkommen oder in Bereichen mit einem maximalen Abstand der Hauptbewehrungsstäbe (quer zur abgestützten Kante) darf dieser Wert nicht 250 mm und die doppelte Dicke der Platte überschreiten und der Abstand der sekundären Bewehrung (Verteilungsbewehrung) sollte 400 mm und das Dreifache der Dicke der Platte nicht überschreiten.
- Die angenommene Fläche der Hauptbewehrung soll folgende Bedingungen erfüllen:

$$A_{s1,prov} \geq A_{s,min} = \max \begin{cases} 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} bd \\ 0,0013bd \end{cases}$$

$$A_{s1,prov} \leq A_{s,max} = 0,004bh$$

wo:

- $f_{ctm}$  – durchschnittliche Zugfestigkeit des Betons [MPa],
- $f_{yk}$  – spezifische Plastizitätsgrenze des Bewehrungsstahls [MPa],
- $b$  – Breite des Querschnitts [m],
- $h$  – Höhe des Querschnitts [m],
- $d$  – Nutzhöhe des Querschnitts [m].

- Die angenommene Fläche der Verteilungsbewehrung soll folgende Bedingungen erfüllen:

$$A_{s,vB} \geq 0,20A_{s1,prov}$$

Unabhängig von dem Obigen, sollen Voraussetzungen hinsichtlich des minimalen Abstands erfüllt werden:

$$s \geq \max \begin{cases} \emptyset \\ d_g + 5 \text{ mm} \\ 20 \text{ mm} \end{cases}$$

wo:

- $\emptyset$  – Durchmesser der Stäbe, die mit Überlappung verbunden werden [mm],
- $d_g$  – Maximale Körnung des Zuschlagstoffs [mm].

Die o.g. Voraussetzungen sind erforderlich:

- damit die Steifigkeit und die Tragfähigkeit der Platte durch die Zusammenarbeit des Betons mit der Bewehrung bedingt wird,
- um das Risiko einer Versprödung einzuschränken,
- um die räumliche Steifigkeit des Bauteils sicherzustellen,
- um die Beständigkeit des Bauteils gegen konzentrierte Kräfte zu verbessern,
- um den Einfluss der Schwindverformungen einzuschränken,
- um die Anordnung der Stäbe der Hauptbewehrung beim Betonieren zu stabilisieren (trifft auf die Verteilungsstäbe zu).

Durch die Erfüllung aller o.g. Voraussetzungen ist die Platte vor allem räumlich stabil und kann richtig mit darin eingesetzten Anschlüssen TIPOMEGA® zusammenarbeiten.

Bei der Planung der Anordnung der Bewehrungsstäbe der Balkonplatte ist nach folgenden Empfehlungen vorzugehen:

- Bei einer möglichen Kollision der Bewehrungsstäbe mit der Konstruktion der OMEGA Rahmen ist das Bewehrungsgitter örtlich anzupassen. Die Stäbe müssen so verschoben werden, dass der Abstand zwischen den Stäben und der OMEGA Rahmen die früher angegebenen Voraussetzungen für den minimalen Abstand erfüllen (dadurch können ordnungsgemäße Betonierungsbedingungen sichergestellt werden).
- Die Hauptstäbe, die durch die Platte aufgenommen werden, müssen auf Grund der Tragfähigkeit effektiv bereits direkt an der befestigten Kante arbeiten. Deswegen müssen sie korrekt verankert werden.

In Anbetracht des Anschlusses der Platte mit der Abstützung unter Einsatz der TIPOMEGA® Anschlüsse ist es nicht möglich, die oberen Stäbe der Balkonplatte in den Kranz und in die Deckenplatte zwecks einer ordnungsgemäßen Übertragung der Kräfte in den Beton einzuschieben. Aus diesem Grunde wird es empfohlen, die oberen Stäbe durch das Abbiegen nach unten zu verankern und die Stäbe in den Druckbereich einzuführen. Solche Lösung verhindert zusätzlich die Entstehung der breiten Risse im Bereich der befestigten Kante und erfüllt die Anforderung der Norm PN-EN 1992-1-1 (EC2), die sich auf die Randbewehrung bezieht (siehe Abb. 30). Dies ist eine Anforderung, die sich auf alle Platten bezieht. Bei den betrachteten Balkons ist sie aber besonders wichtig.

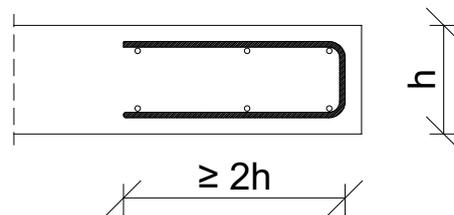
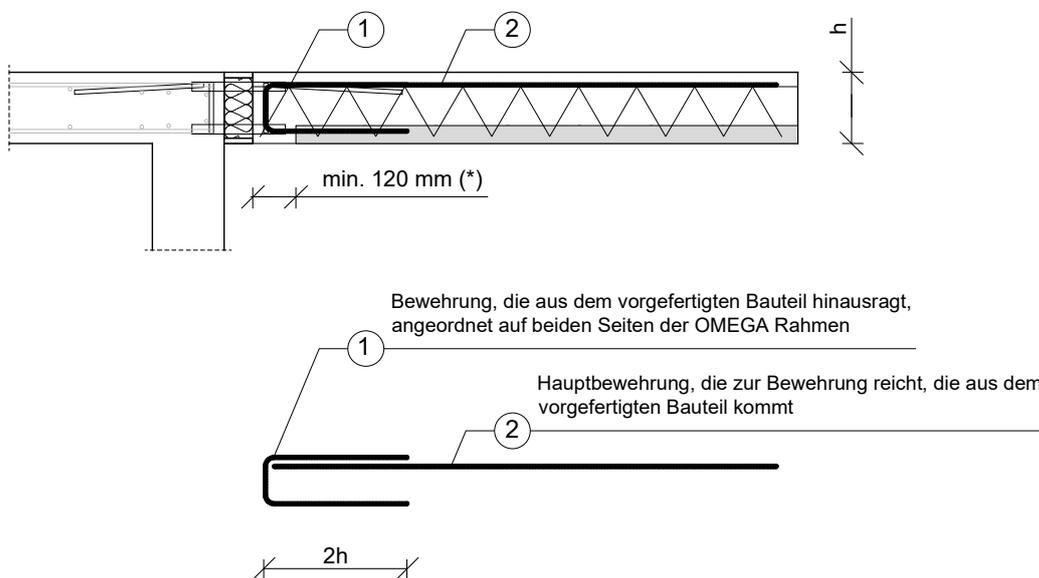


Abb. 30. Randbewehrung der Platte gem. PN-EN 1992-1-1 (EC2)

Die o.g. Lösung ist auch bei den Balkonplatten einzusetzen, die in einer verlorenen Schalung des Typs Filigran hergestellt werden. In Anbetracht der Ablösungsgefahr des vorgefertigten Bauteils soll die Bewehrung hier aus dem vorgefertigten Bauteil kommen (siehe Abb. 31).



(\*) - Bereich im Monolith im Falle der Montage der Bewehrungsanschluss TIPOMEGA® auf der Baustelle

Abb. 31. Beispiel für die Auslegung der Bewehrung unter Einsatz der Platten der Paneel-Decke in Balkonplatten

Bei der Überprüfung der Bedingungen, die sich auf die minimale und die maximale Fläche der Bewehrung beziehen, die in dem vorliegenden Punkt angegeben wurden, soll auch die Bewehrung berücksichtigt werden, die in eingesetzten Bewehrungsanschlüssen TIPOMEGA® vorhanden ist.

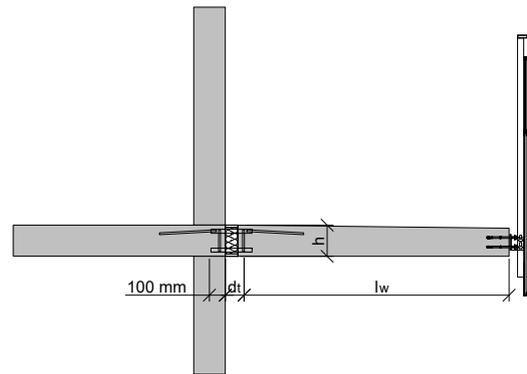
## 10.5. Berechnungsbeispiel

### Geometrie des Balkons:

Auskragung des Balkons	$l_w = 1,80$ m
Länge des Balkons	$l_b = 4,00$ m
Dicke der Balkonplatte	$h = 20-18$ cm
Dicke der Wärmedämmung	$d_t = 120$ mm
Betongüte	C20/25

### Berechnungsauskragung

$$l_o = l_w + d_t + 100 \text{ mm} = 1,80 + 0,12 + 0,10 = 2,02 \text{ m}$$



### Belastungen (gem. PN-EN 1991-1)

Eigengewicht	$1,35 \cdot (0,20 + 0,18) / 2 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 6,41 \text{ kN/m}^2$
Fußbodenaufbau	$1,35 \cdot 0,50 \text{ kN/m}^2 = 0,68 \text{ kN/m}^2$
Verkehrslast	$1,50 \cdot 4,00 \text{ kN/m}^2 = 6,00 \text{ kN/m}^2$
	$\Sigma = 13,09 \text{ kN/m}^2$

Eigengewicht des Geländers	$1,35 \cdot 1,10 \text{ kN/m} = 1,49 \text{ kN/m}$
Geländer-Moment	$1,50 \cdot 1,00 \text{ kNm/m} = 1,50 \text{ kNm/m}$

### Berechnungen:

Berechnung-Biegemoment:

$$M_{ED} = 13,09 \cdot (2,02)^2 \cdot 0,5 + 1,49 \cdot 2,02 + 1,50 = 31,2 \text{ kNm/m}$$

Berechnung-Biegemoment für die gesamte Länge des Balkons:

$$M_{ED,C} = 4,00 \cdot 31,2 = 124,8 \text{ kNm}$$

Berechnung-Querkraft:

$$V_{ED} = 13,09 \cdot 2,02 + 1,49 = 27,9 \text{ kN/m}$$

Berechnung-Querkraft für die gesamte Länge des Balkons:

$$V_{ED,C} = 4,00 \cdot 27,9 = 111,6 \text{ kN}$$

### Auswahl der Anzahl der Rahmen:

Die Anzahl der OMEGA Rahmen wird auf Grund der Diagramme für Interaktionen M-V ausgewählt (siehe Punkt 9.3. Tragfähigkeit-Berechnungswerte).

Es wurden 11 Rahmen OMEGA.12.20 angenommen.

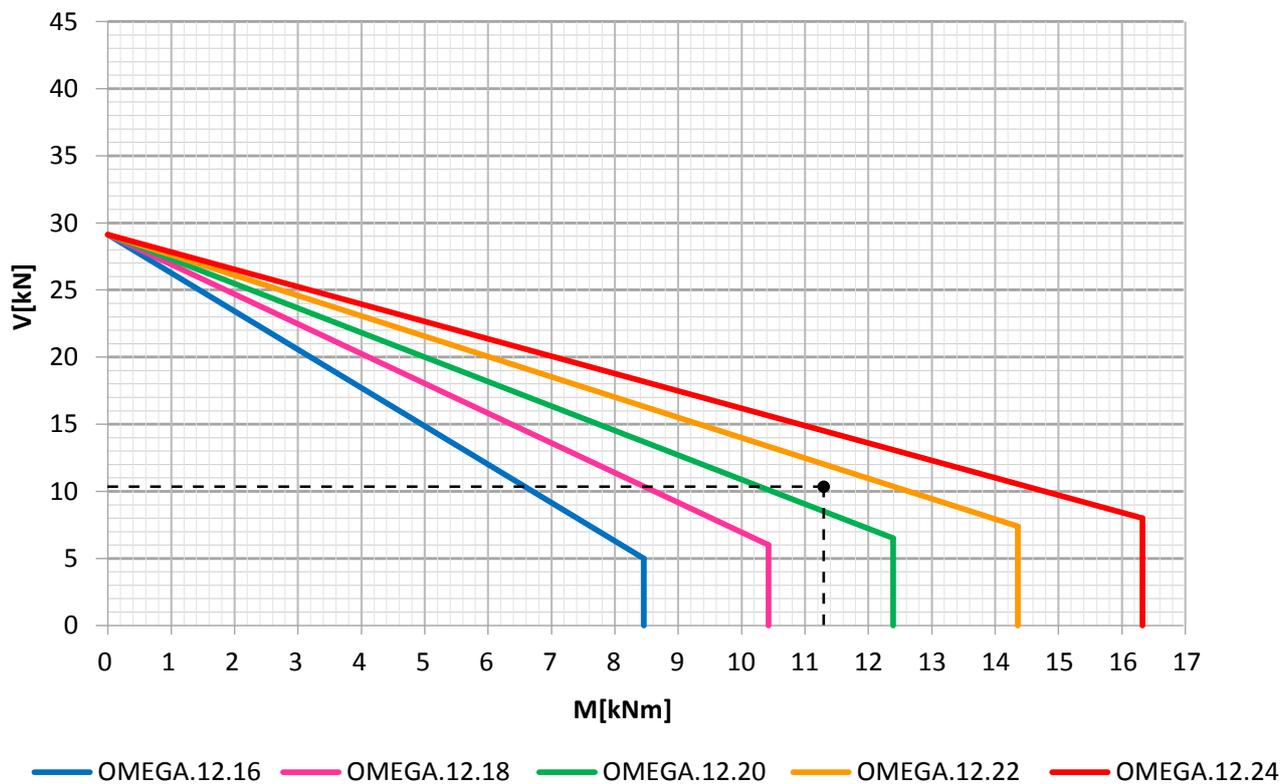
Berechnung-Biegemoment pro 1 Rahmen:

$$M_{ED,1} = 124,8 / 11 = 11,35 \text{ kNm/Rahmen}$$

Berechnung-Querkraft pro 1 Rahmen:

$$V_{ED,1} = 111,6 / 11 = 10,15 \text{ kN/Rahmen}$$

## OMEGA.12 Interaktion M-V



Der Kreuzpunkt befindet sich über dem Diagramm (grüne Farbe für OMEGA.12.20).

Die Anzahl der OMEGA Rahmen wurde **nicht korrekt** ausgewählt.

Es wurden 12 Rahmen OMEGA.12.20 angenommen.

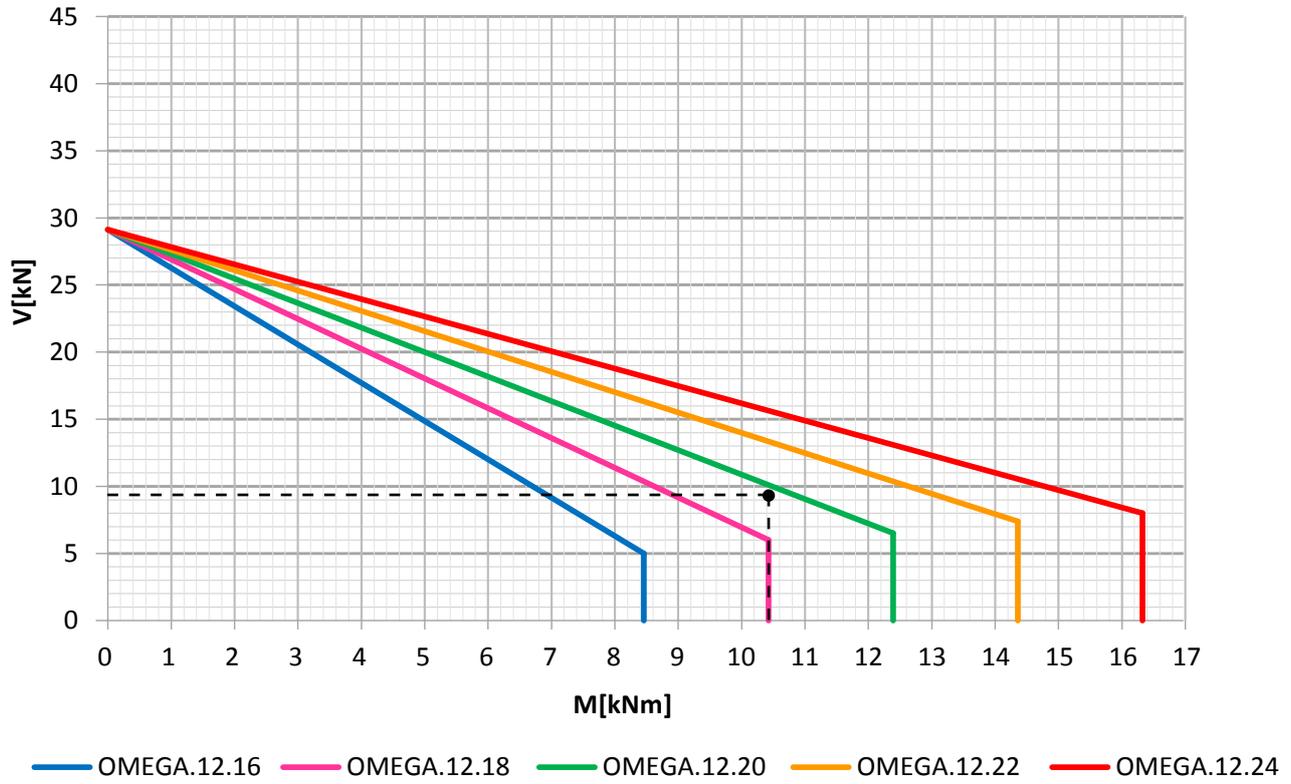
Berechnug-Biegemoment pro 1 Rahmen:

$$M_{ED,1} = 124,8/12 = 10,40 \text{ kNm/Rahmen}$$

Berechnug-Querkraft pro 1 Rahmen:

$$V_{ED,1} = 111,6/12 = 9,30 \text{ kN/Rahmen}$$

## OMEGA.12 Interaktion M-V



Diesmal liegt der Kreuzpunkt unterhalb des Diagramms, das grün gekennzeichnet ist. Die Anzahl der OMEGA Rahmen wurde **korrekt** ausgewählt.

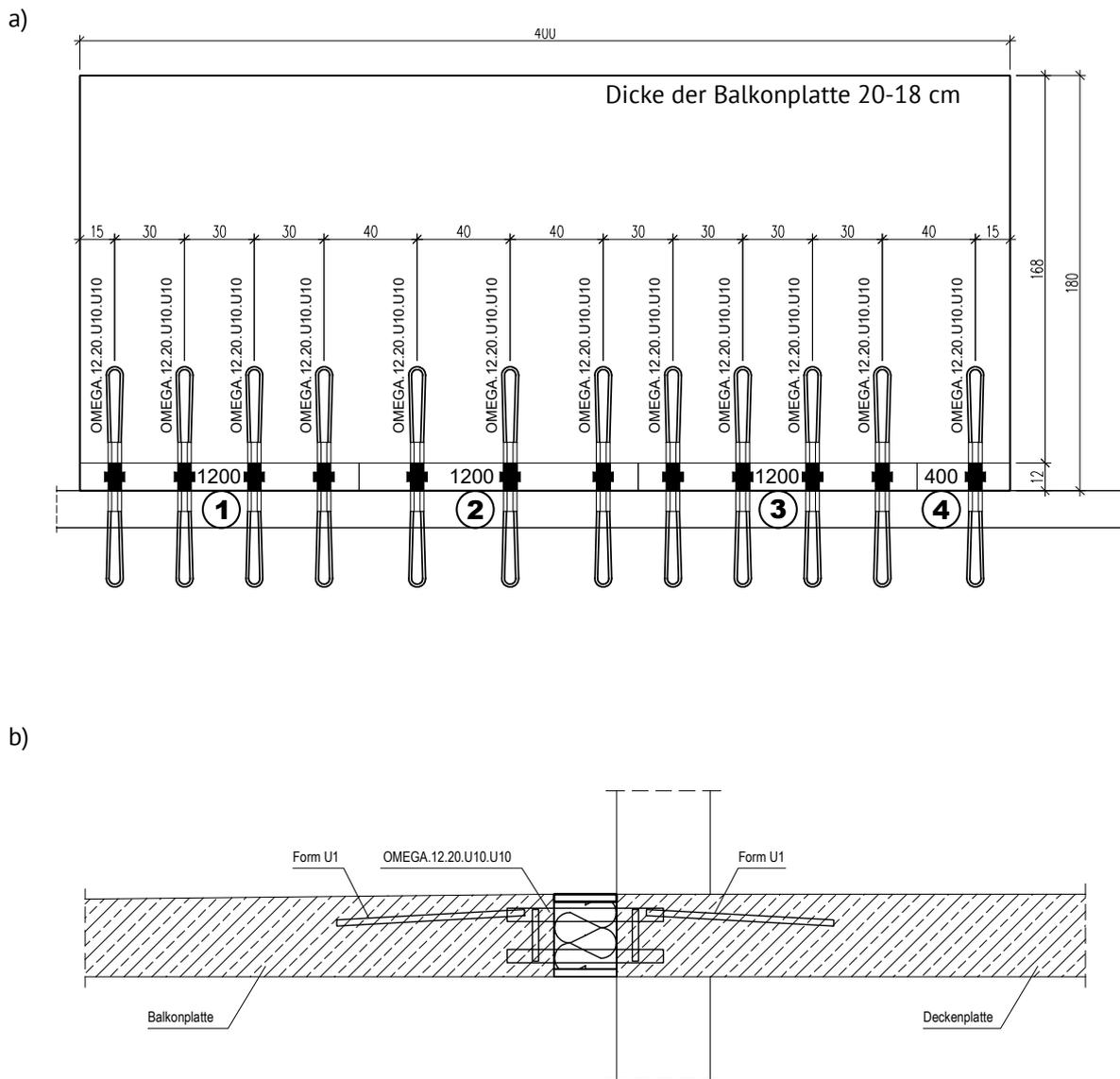


Abb. 32. Anordnung und Art der OMEGA Tragrahmen und der TIP Module in einem „Berechnungsbeispiel“  
 a) Draufsicht; b) Senkrechter Querschnitt

## 11. MONTAGE TIPOMEGA®

Die Bauteile des TIPOMEGA® Systems werden dem Abnehmer durch den Hersteller nach einem individuellen Projekt des Balkons oder der Überdachung produziert und geliefert. Um den Transport, die Lagerung und die Montage im Fertigteilwerk oder auf der Baustelle zu erleichtern, ist die Gesamtlänge des linearen Anschlusses werkseitig auf die vorbereiteten TIP Module mit einer Länge von 1200 mm aufgeteilt. Jedes TIP-Modul besitzt ein individuelles Etikett (siehe Abb. 33). Auf dem Etikett befinden sich entsprechende Angaben - Balkonnummer, laufende Nummer des Bauteils im Balkon, Richtungspfeil, Informationen zur Einbauweise in der Schalung, Produktionsdatum und Vorhaben-Kennwort.



Abb. 33. Beispiel für ein Etikett des TIP-Isolationsmoduls

Auf dem Vibrationstisch im Fertigteilwerk oder an Schalungen auf der Baustelle sind die TIP Isolationsmodule in einer entsprechenden Richtung „Stoß für Stoß“ und in einer entsprechenden Reihenfolge zu verlegen (gem. der Baudokumentation, siehe Abb. 34).

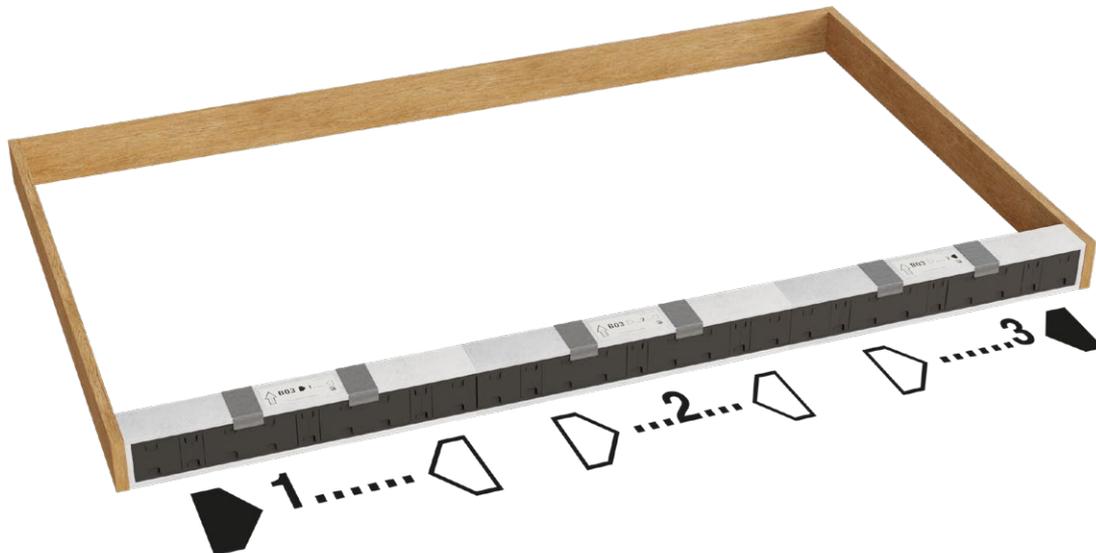


Abb. 34. Anordnung der Bauteile TIP in der Schalung

Nach dem Herausnehmen der werkseitig mit der Feuerschutzplatte integrierten oberen TIP Profile, sind aus dem Modul lose Teile der mittleren Isolationsprofile herauszunehmen und bei der Aufrechterhaltung der Symmeriebedingungen an OMEGA Tragmodulen einzusetzen (siehe Abb. 35).



Abb. 35. Symmetrische Montage von TIP Profilen in OMEGA Rahmen

So bearbeitete OMEGA Rahmen mit Wärmedämmung sind zurück in die TIP Isolationsmodule einzuschieben, erneut mit oberen TIP Profilen abzudecken und das Ganze ist mit einem Montageband zu binden (siehe Abb. 36).



Abb. 36. Montage der OMEGA Rahmen in der TIP-Dämmung

Nach Abschluss der Montage der Bewehrung der Balkonplatten und der Decke sind die OMEGA Rahmen und obere TIP-Profile zu stabilisieren. Dies kann durch das Anbinden der OMEGA Rahmen an die Bewehrung und der TIP Profile an die OMEGA Rahmen erfolgen (siehe Abb. 37).

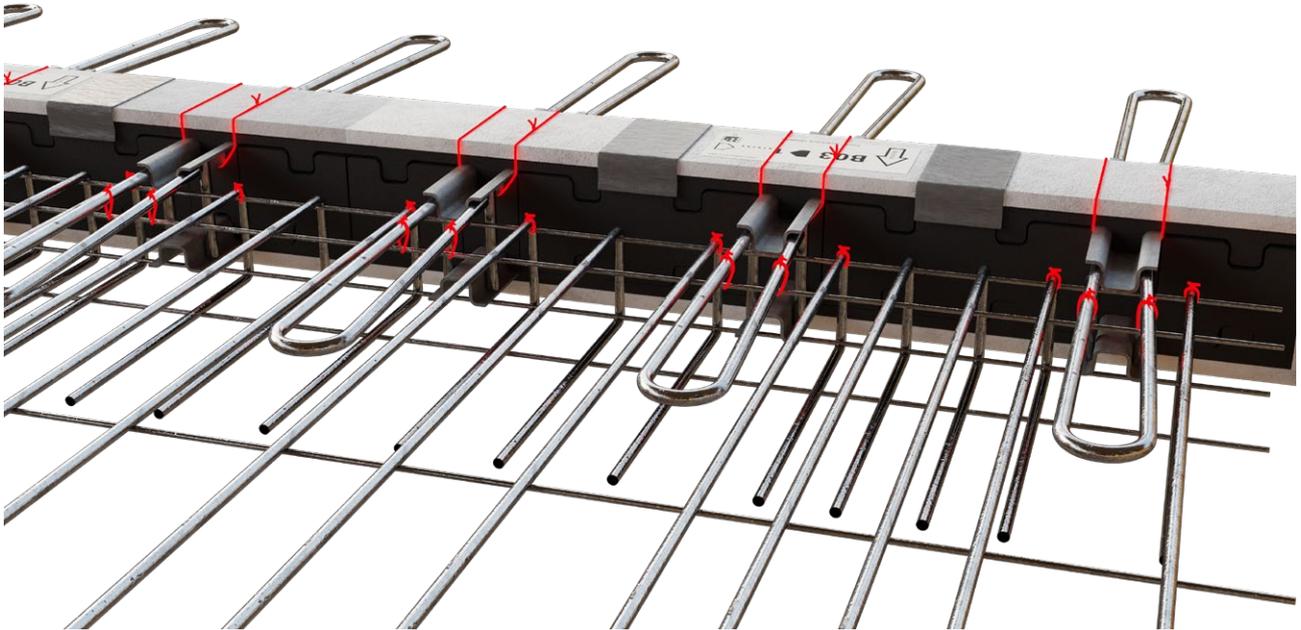


Abb. 37. Stabilisierung der Anschlüsse TIPOMEGA®

## 12. VORGABEN FÜR DIE VERLEGUNG DER BEWEHRUNG

Die Konstruktionsbewehrung der freien Kante der Platte ist gem. den Vorgaben der EN 1992-1-1 (EC2), Punkt 10.4 und nach dem Konstruktionsprojekt auszuführen.

Die OMEGA Rahmen in Bewehrungsanschlüssen TIPOMEGA® arbeiten immer im vollen Stahlbeton-Querschnitt, weil das untere Profil mit dem oberen Profil steif verbunden ist. Hier sind keine typischen zusätzlichen Bewehrungselemente für eine ordnungsgemäße Arbeit der Konstruktion im Beton erforderlich.

### 12.1. Konstruktion- und Längsbewehrung an den OMEGA Rahmen

In Anbetracht der örtlichen Konzentration der Spannungen im Beton im Bereich der OMEGA Rahmen, ist die Konstruktionsbewehrung der Stahlbetonplatte so anzuordnen, dass ca. 5 cm von den an Edelstahlprofilen angeschweißten Stäbe, auf allen Seiten des Rahmens die Hauptbewehrungsstäbe verlaufen (siehe Abb. 38).

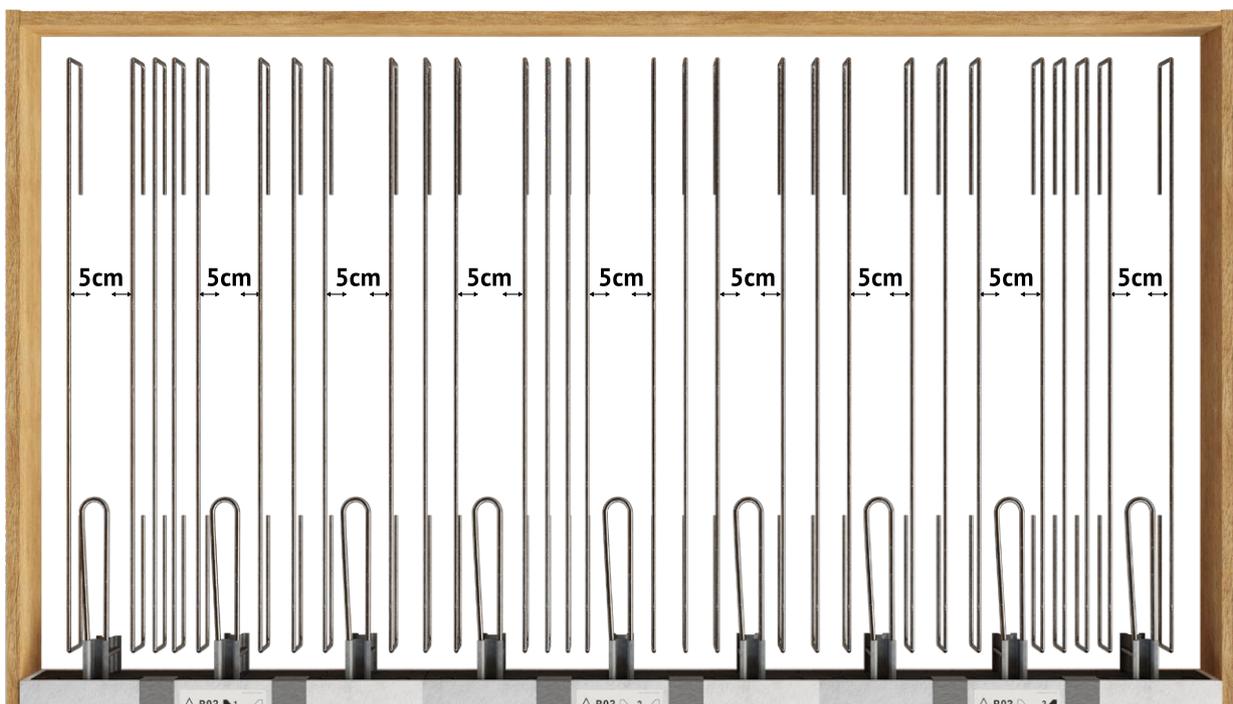


Abb. 38. Beispiel der Anordnung der Hauptbewehrung bei den OMEGA Rahmen

Wenn es nicht möglich ist (z.B. beim Einsatz in der Balkonplatte eines geschweißten vorgefertigten Bewehrungsgitters) sind zusätzlich die Stäbe min. #10 mm mit der Form wie auf der Abb. 31 oder andere Stäbe einzusetzen, die eine ähnliche Funktion haben.

Damit der Satz der OMEGA Rahmen ordnungsgemäß arbeiten kann, sind entlang des gesamten linearen Anschlusses zwei Stäbe aus geripptem Bewehrungsstahl mit einem Durchmesser von min. 8 mm (1) zu verlegen. Zu diesem Zweck kann die ausgelegte Verteilungsbewehrung der Stahlbetonplatte eingesetzt werden (siehe Abb. 39).

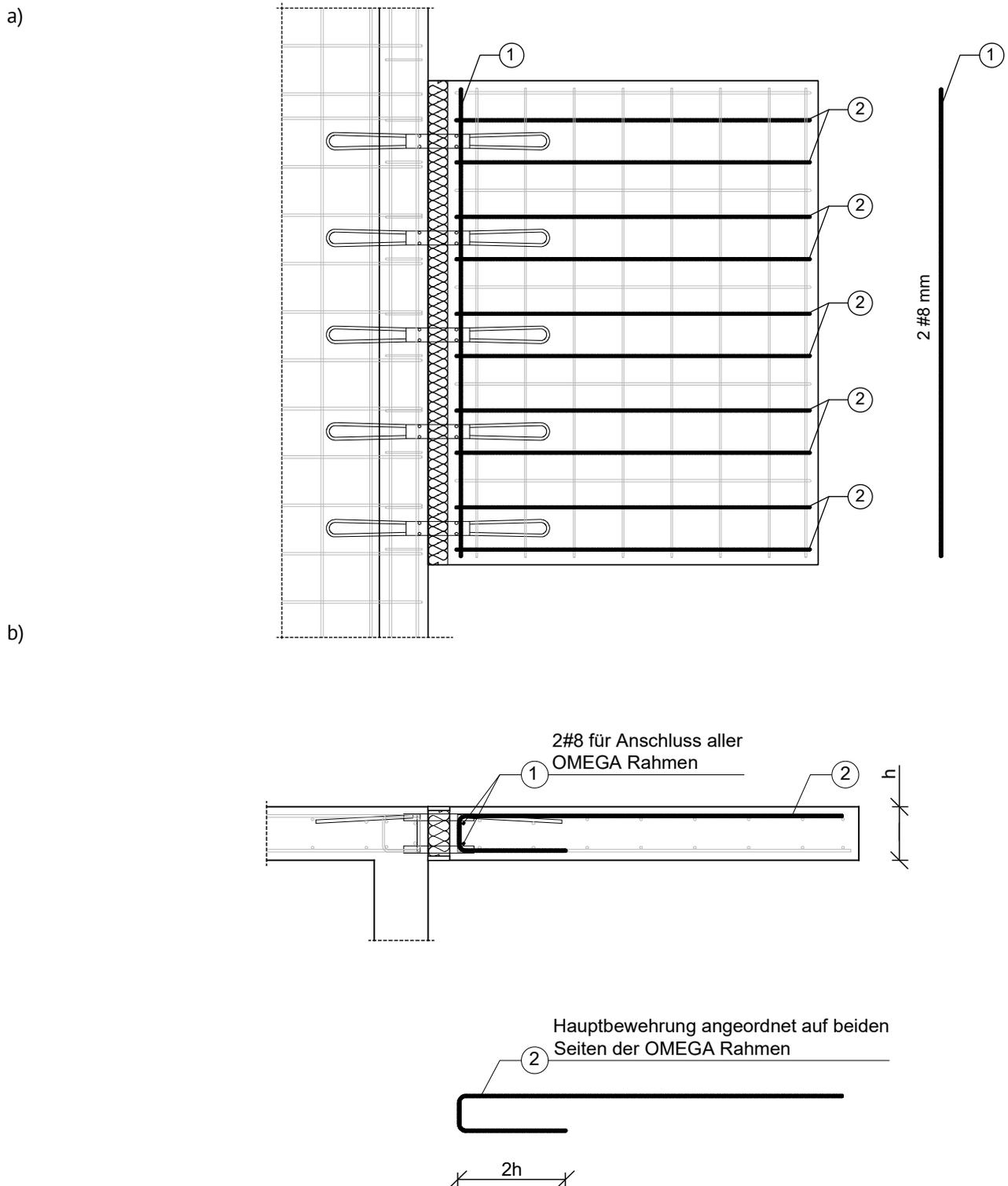


Abb. 39. Beispiel für die Anordnung der Hauptbewehrung (2) und der Längsbewehrung (1) bei den Tragmodulen OMEGA  
a) Draufsicht; b) Seitenansicht

## 12.2. Bewehrung der Eckbalkons

Bei Außeneckbalkons sind in Anbetracht von sehr hohen Schnittkräfte (insbesondere Querkräfte) und zugleich von einer großen Konzentration der Konstruktionsbewehrung als obere Bewehrung im Bereich der dicht verlegten OMEGA Rahmen (alle 100 mm) die Stäbe #14 mm auch alle 100 mm einzusetzen. Diese Stäbe sollen wenigstens 500 mm außerhalb den Verdichtungsbereich alle 100 mm der Tragrahmen und außerhalb der Kante der U-Verankerungsstäbe (siehe Abb. 40) verlängert und angeordnet werden.

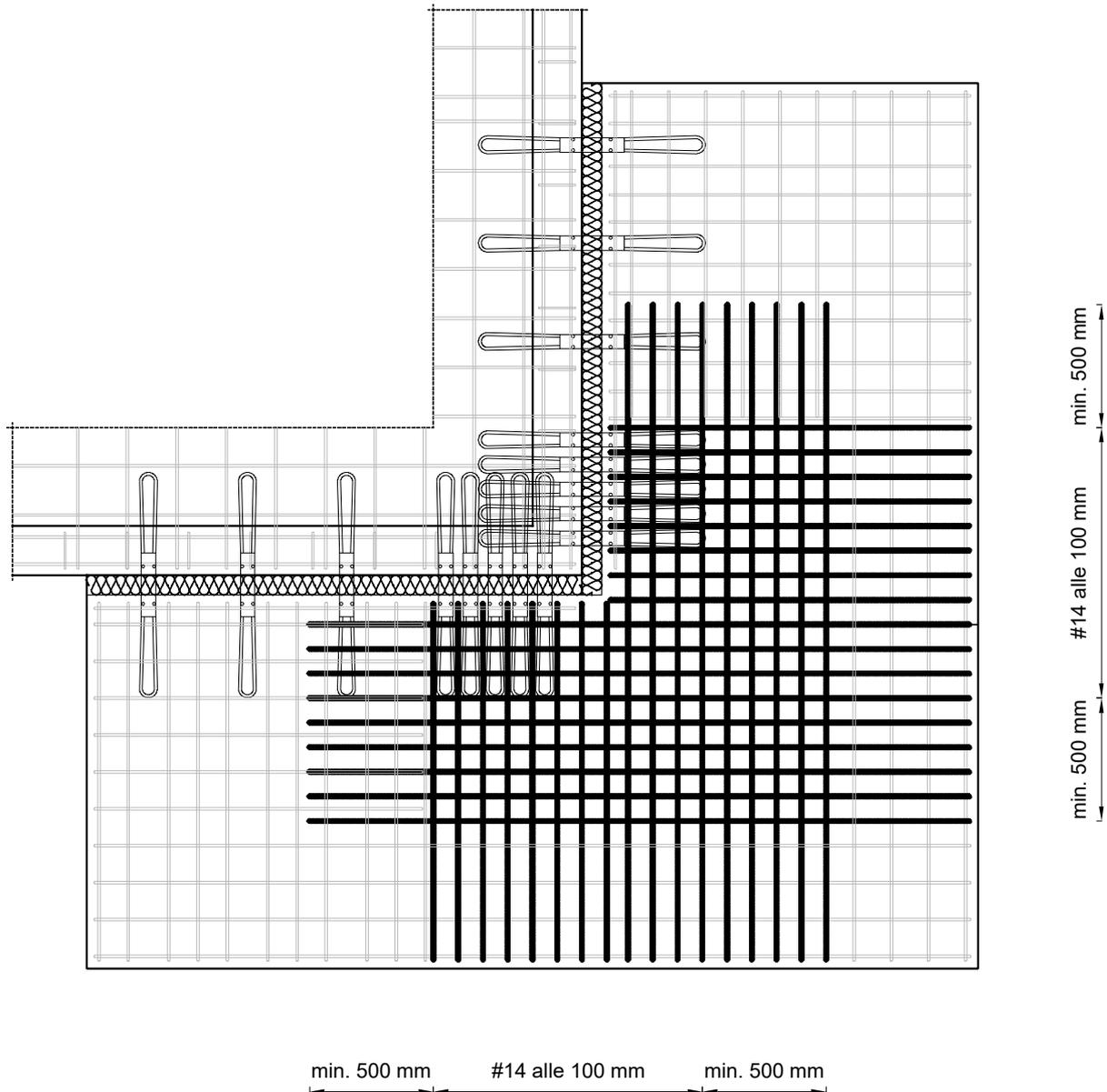


Abb. 40. Beispiel für die Anordnung der oberen Bewehrung bei Außeneckbalkons

### 12.3. Bewehrung bei einer indirekten Abstützung

Bei einem äußeren indirekt abgestütztem Stahlbetonbauteil (wenn die Außenwand nicht direkt am linearen Anschluss liegt) ist die im Punkt 12.1 oder 12.2 Bewehrung auch auf der Deckenseite erforderlich (siehe Abb. 41).

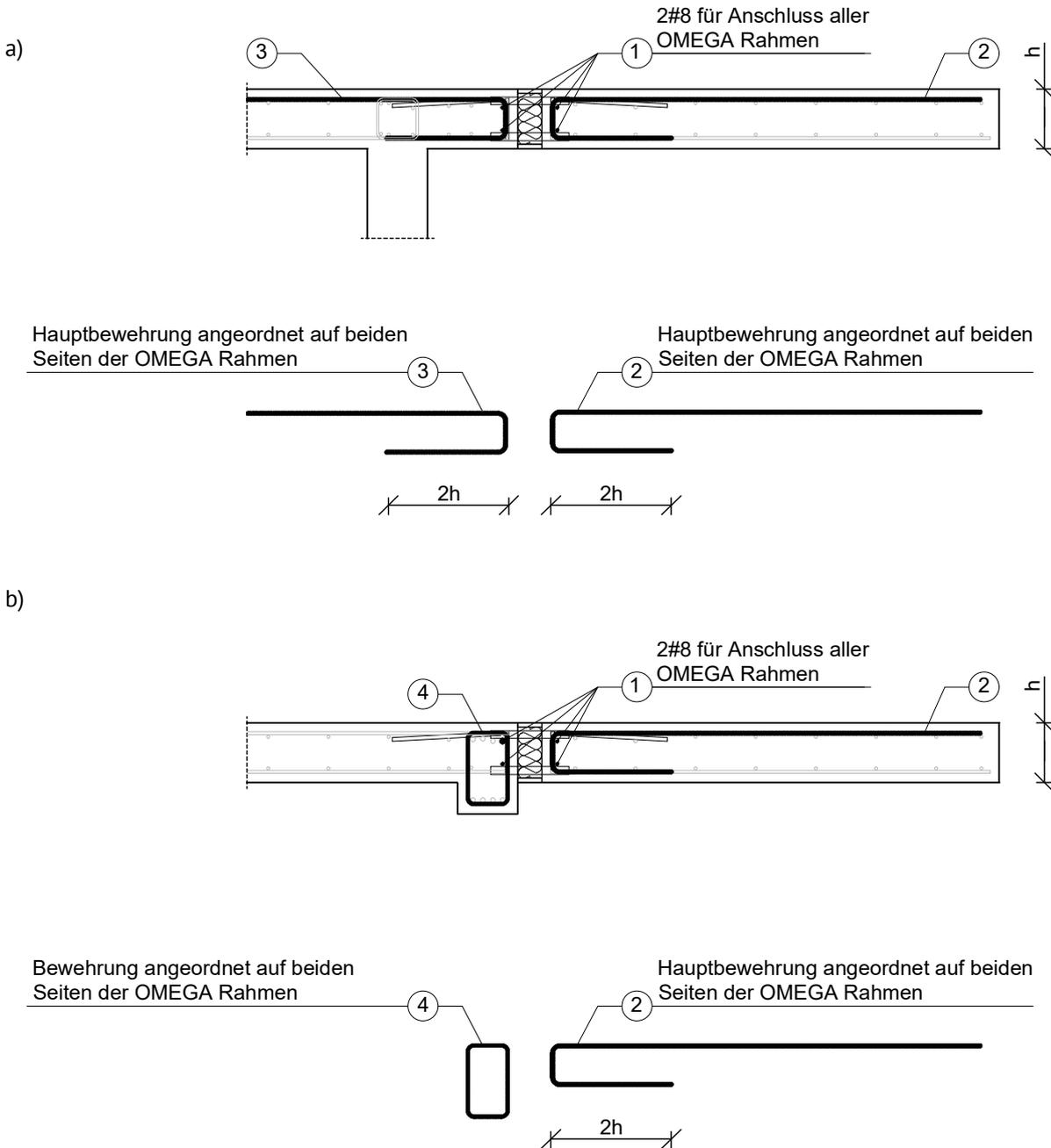


Abb. 41. Beispiel der Anordnung der Hauptbewehrung bei einer indirekten Abstützung  
a) in einer Platte; b) in einem Träger

Der Statiker kann zum Beispiel in Anbetracht der Notwendigkeit einer entsprechenden Sicherstellung der Verankerung der Bewehrungsstäbe der Balkonplatte oder beim Einsatz einer vorgefertigten Filigran-Platte in der Verbunddecke eine andere Art und Menge der unter Punkt 12 beschriebenen Bewehrung definieren.

## AUTOREN DER FACHLICHEN ÜBERPRÜFUNG



**Krzysztof Pawłowski** – Dr. Ing.; Forschung- und Didaktik-Mitarbeiter im Lehrstuhl für Nachhaltiges Bauwesen in der Bauwesen-, Architektur und Umwelttechnik-Abteilung der J. i J. Śniadeccy Technischen Hochschule in Bydgoszcz. Er interessiert sich für die Problematik der Gestaltung der Materialsysteme der inneren Trennelemente und ihrer Anschlüsse in Bezug auf wärme- und feuchtebezogene Aspekte. Er ist Autor und Koautor von 9 wissenschaftlichen Monografien und von über 100 Artikeln zum allgemeinen Bauwesen, energiesparenden Bauwesen, zur Gebäude-Physik und zu Baustoffen. Er besitzt Berechtigungen für die Ausstellung der Zeugnisse der energetischen Charakteristik der Gebäude und Räume. Des Weiteren ist er Autor und Koautor der baulichen und technischen Gutachten hinsichtlich des wärme- und feuchtebezogenen Schutzes der Gebäude. Er führt u.a. die Vorlesungen und Übungen in Fächern, die mit energiesparendem und passivem Bauwesen sowie mit der energetischen Charakteristik der Gebäude und Räume zusammenhängen. Er ist auch Betreuer von einigen Dutzend der Ingenieur- und Magister-Diplomarbeiten und Organisator der Konferenz der Studenten und Doktoranden „Nachhaltiges Bauwesen“.



**Łukasz Mroziak** – Dr. Ing.; didaktischer Mitarbeiter, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Lehrstuhl für Baukonstruktionen in der Bauwesen-, Architektur und Umwelttechnik-Abteilung der J. i J. Śniadeccy Technischen Hochschule in Bydgoszcz. Er interessiert sich für die Problematik der modernen Betontechnologien, darunter u.a. für Rüttelbeton, hochwertigen und leichten Beton und für Stahlbau. Autor von über 40 wissenschaftlichen Artikeln zur Betontechnologien und -Konstruktionen. Er beteiligt sich regelmäßig an den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die mit neuen konstruktion- und materialbezogenen Lösungen im Bauwesen beziehen sowie an der Erstellung der Gutachten im Bereich der Betonkonstruktionen. Er führt die Übungen und die Vorlesungen in Fächern, die mit seinen wissenschaftlichen Interessen zusammenhängen: Betonkonstruktionen, Stahlbeton-Ingenieurkonstruktionen, Beton- und Mörtel-Technologie, Beton der neuen Generation. Er ist Betreuer von 160 Ingenieur- und Magister-Diplomarbeiten auf der Studienrichtung Bauwesen.



**Tomasz Janiak** – Dr. Ing.; Forschung- und Didaktik-Mitarbeiter, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Lehrstuhl für Mechanik der Konstruktionen und Baustoffe in der Bauwesen-, Architektur und Umwelttechnik-Abteilung der J. i J. Śniadeccy Technischen Hochschule in Bydgoszcz. Er interessiert sich für die Problematik der linearen und nicht linearen Konstruktionsanalyse, für die numerischen Methoden im Bauwesen und für die Diagnostik der Bauobjekte - er ist Autor und Koautor von ca. 40 wissenschaftlichen Artikeln und einigen Dutzenden Arbeiten mit einem Expertencharakter. Er besitzt Bauberechtigungen für die Erstellung der Projekte und für die Aufsicht über die Bauarbeiten. Er führt Lehrveranstaltungen für solche Fächer wie Berechnungsmethoden, MES, BIM.







TIPOMEGA P.S.A.  
ul. Trzy Lipy 3, 80-172 Gdańsk  
(Gebäude des Wissenschaft- und Technologie-Parks in Gdańsk)  
[kontakt@tipomega.eu](mailto:kontakt@tipomega.eu)  
[tipomega.eu](http://tipomega.eu)