

COLEVO bridge.b / deck.b

DATENBLATT 05.2015

CHARAKTERISTIK

- Leichte Sandwichplatte, bis zu 80% Gewichtseinsparung gegenüber einer Betonplatte mit gleicher Steifigkeit
- Sehr dauerhafte und korrosionsbeständige glasfaserverstärkte Deckschichten mit Vinylesterharz
- BALTEK® VBC Balsa Kernmaterial aus FSC zertifiziertem Anbau, mit End-Grain Faserrichtung für höchste Schub- und Druckeigenschaften
- Alle Seiten komplett umschlossen und vollständig dicht, mit zusätzlicher Schutzbeschichtung für höchste Dauerhaftigkeit
- Industrielle Produktion, mit sicherem und geschlossenem Vakuum-Infusionsprozess
- Rutschsichere Oberflächen für Fussgängerbrücken, spezielle Asphalt-Haftschrift für Strassenbrücken
- Volle Flexibilität in Abmessung, Bauteildicke und Form
- Grössere Bauteile können auf der Baustelle mit einem erprobten Verbindungssystem verbunden werden
- Flexible Faserorientierung in den Deckschichten ermöglicht ein isotropes resp. kundenspezifisches Tragverhalten
- Integrierte lokale Verstärkungen und Deckschichten mit Carbon-Fasern für höchste Steifigkeit sind erhältlich

ANWENDUNGEN

- Decks und Platten für Strassenbrücken und Fussgängerbrücken
 - 1- oder 2-achsig gespannte Konstruktionen
 - hohe lokale Belastung
 - strukturell auf Träger geklebte Decks
 - höchste Leichtbauanforderung
 - Verbesserung des kritischen Eigenfrequenzbereiches
 - spezielle Architektur mit freien Formen



COLEVO® bridge.b und deck.b sind die speziell leichten Elemente von 3A Composites für Brückenplatten mit höchsten Anforderungen.

Sie werden mit einem End-Grain Leichtholz Kernmaterial und vollständig dichten glasfaserverstärkten Deckschichten gefertigt und erreichen dadurch eine extrem hohe Dauerhaftigkeit.

COLEVO® wird für Fussgängerbrücken mit einem Anti-Rutsch Belag und für Strassenbrücken mit einer Asphalt-Adhäsionsschicht angeboten. COLEVO® enthält alle Befestigungspunkte für Geländer und Leitplanken.

Mit COLEVO® bridge.b und deck.b bietet 3A Composites für Brückenkonstruktionen mit höchsten Leichtbauanforderungen und grossen lokalen Lasten die nachhaltige Lösung, welche sich durch geringste Unterhaltskosten und höchste Dauerhaftigkeit auszeichnet. Verbunden mit den sehr kurzen Bauzeiten macht sich COLEVO® in seinem Anwendungsbereich bereits bei der Installation bezahlt.

COLEVO bridge.b Technische Daten

	Einheit	Typ .b 60-4.5	Typ .b 90-4.5	Typ .b 120-4.5	Typ .b 120-6	Typ .b 150-6	Typ .b 180-6	Typ .b 180-9	Typ .b 210-9	Typ 9 240-9	Typ .b 270-9	Typ .b 270-12	
Dicke													
Sandwich ¹⁾	h	mm	60	90	120	120	150	180	180	210	240	270	270
BALTEK VBC Kern ²⁾	t _c	mm	51	81	111	108	138	168	162	192	222	252	246
GFK Deckschichten ¹⁾	t _f	mm	4.5	4.5	4.5	6.0	6.0	6.0	9.0	9.0	9.0	9.0	12.0

Mechanische Eigenschaften Sandwich

Biegesteifigkeit um die y-Achse	EI _y	kNm ² /m	190	460	850	1100	1770	2590	3710	5150	6830	8750	11300
Normalsteifigkeit in x-Richtung	EA _x	10 ³ kN/m	260	260	270	350	360	360	530	530	540	540	710
Schubsteifigkeit in der xz-Ebene	GA _{xz}	10 ³ kN/m	10.3	15.8	21.0	21.0	26.4	31.9	31.9	36.9	42.4	47.8	47.8
Tragwiderstand für das Biegemoment M _y	R _{My,d}	kNm/m	5.7	9.1	12.5	16	21	25	36	43	50	57	74
Tragwiderstand für die Normalkraft N _x	R _{Nx,d}	kN/m	230	230	230	310	310	310	470	470	470	470	630
Tragwiderstand für die Querkraft S _{xz}	R _{Sxz,d}	kN/m	83	125	160	160	200	235	235	265	300	330	330
Nominales Gewicht	m	kg/m ²	30	38	45	50	58	65	75	83	90	98	108

Mechanische Eigenschaften Ersatz-Platte

Ersatz-Plattendicke	t _p	mm	94	145	196	194	244	294	290	341	391	441	438
Ersatz-Elastizitätsmodul	E _{p,x}	N/mm ²	2757	1819	1370	1819	1458	1223	1819	1560	1370	1223	1617
Ersatz-Elastizitätsmodul	E _{p,y}	N/mm ²	1581	1026	768	1026	819	685	1026	877	768	685	910
Ersatz-Schubmodul	G _{p,xz}	N/mm ²	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
Ersatz-Schubmodul	G _{p,yz}	N/mm ²	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
Ersatz-Schubmodul	G _{p,xy}	N/mm ²	342	226	171	226	182	153	226	194	171	153	201
Ersatz-Querkontraktion	v _{xy}	-						0.22					
Ersatz-Masse	ρ _p	kg/m ³	316	258	231	258	236	222	258	243	231	222	246

Thermische Eigenschaften

Einsatz-Temperatur		°C											
Einsatz-Temperatur Kurzzeit		°C											
Lineare therm. Dehnung in Spannrichtung	α _x	1/K											
Lineare therm. Dehnung quer zur Spannrichtung	α _y	1/K											

¹⁾ Gerundete Werte, mit engen Toleranzen

²⁾ BALTEK® VBC end grain, mittlere Dichte 230 kg/m³

Index: x: in Spannrichtung, y: quer zur Spannrichtung, z: vertikal zur Spannrichtung, d: Designwerte

COLEVO bridge.b Technische Daten

Einheit	Typ .b 300-12	Typ .b 330-12	Typ .b 360-12	Typ .b 360-15	Typ .b 390-15	Typ .b 420-15	Typ .b 450-15	Typ .b 450-18	Typ .b 480-18	Typ .b 510-18	Typ .b 540-18
---------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Dicke

Sandwich ¹⁾	h	mm	300	330	360	360	390	420	450	450	480	510	540
BALTEK VBC Kern ²⁾	t _c	mm	276	306	336	330	360	390	420	414	444	474	504
GFK Deckschichten ¹⁾	t _f	mm	12.0	12.0	12.0	15.0	15.0	15.0	15.0	18.0	18.0	18.0	18.0

Mechanische Eigenschaften Sandwich

Biegesteifigkeit um die y-Achse	EI _y	kNm ² /m	14120	17270	20730	25310	29970	35030	40490	47670	54620	62050	69970
Normalsteifigkeit in x-Richtung	EA _x	10 ³ kN/m	710	720	720	890	890	900	900	1070	1070	1080	1080
Schubsteifigkeit in der xz-Ebene	GA _{xz}	10 ³ kN/m	53	58	63	63	69	74	80	80	85	90	96
Tragwiderstand für das Biegemoment M _y	R _{M_y,d}	kNm/m	83	92	102	124	136	147	159	187	200	215	230
Tragwiderstand für die Normalkraft N _x	R _{N_x,d}	kN/m	630	630	630	790	790	790	790	950	950	950	950
Tragwiderstand für die Querkraft S _{xz}	R _{S_{xz},d}	kN/m	355	380	400	400	425	445	460	460	480	490	500
Nominales Gewicht	m	kg/m ²	115	123	131	140	148	156	163	173	181	188	196

Mechanische Eigenschaften Ersatz-Platte

Ersatz-Plattendicke	t _p	mm	488	538	588	585	635	685	735	732	782	832	882
Ersatz-Elastizitätsmodul	E _{p,x}	N/mm ²	1458	1329	1223	1518	1404	1307	1223	1458	1370	1292	1223
Ersatz-Elastizitätsmodul	E _{p,y}	N/mm ²	819	745	685	853	788	732	685	819	768	724	685
Ersatz-Schubmodul	G _{p,xz}	N/mm ²	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
Ersatz-Schubmodul	G _{p,yz}	N/mm ²	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
Ersatz-Schubmodul	G _{p,xy}	N/mm ²	182	166	153	189	175	163	153	182	171	161	153
Ersatz-Querkontraktion	ν _{xy}	-	0.22										
Ersatz-Masse	ρ _p	kg/m ³	236	229	222	240	233	227	222	236	231	226	222

Thermische Eigenschaften

Einsatz-Temperatur	°C	-30 to +80											
Einsatz-Temperatur Kurzzeit	°C	+110 (1 Stunde)											
Lineare therm. Dehnung in Spannrichtung	α _x	1/K	12 x 10 ⁻⁶										
Lineare therm. Dehnung quer zur Spannrichtung	α _y	1/K	23 x 10 ⁻⁶										

¹⁾ Gerundete Werte, mit engen Toleranzen

²⁾ BALTEK® VBC end grain, mittlere Dichte 230 kg/m³

Index: x: in Spannrichtung, y: quer zur Spannrichtung, z: vertikal zur Spannrichtung, d: Design Werte

Generelle Informationen

Das Ziel dieses Datenblattes ist es, einen Überblick über Steifigkeit, Tragfähigkeit und Gewicht der Standard COLEVO bridge.b und deck.b Typen als einfach gelagerte Sandwichplatte zu vermitteln. COLEVO® ist jedoch äusserst flexibel in Bezug auf Geometrie und Materialkombinationen, respektive Integration von zusätzlichen Anschluss- und Versteifungselementen.

Alle Angaben zu den Steifigkeiten und den Tragwiderständen auf den Seiten 2 und 3 wurden analytisch basierend auf der linear-elastischen Sandwichtheorie ermittelt. Die berechneten Bauteilverformungen enthalten die Schubdeformation des Sandwichkerns.

Die notwendigen Materialteilsicherheits- sowie Abminderungsfaktoren wurden nach den entsprechenden Normen berücksichtigt. Für die GFK-Deckschichten wurde die BÜV-Richtlinie angewendet, der BALTEK® VBC Balsaholzkern wurde in Anlehnung an die SIA265 betrachtet. Die Mittelwerte der Materialsteifigkeiten wurden in statistisch abgesicherten Testreihen bestimmt. Entsprechende Abminderungsfaktoren für Kriechen und Alterung sind für eine Einsatzdauer von 100 Jahren eingesetzt worden. Die Bestimmung der Tragwiderstände basiert auf in zahlreichen Testreihen ermittelten charakteristischen Festigkeitswerten für die verwendeten Materialien. Alle Versuchsergebnisse gelten für die eingesetzten Produktionsprozesse.

Für die Definition der Belastung sowie die Durchführung der Nachweise werden die SIA 260, die SIA 261, die BÜV-Richtlinie sowie der HIVOSS-Leitfaden herangezogen.

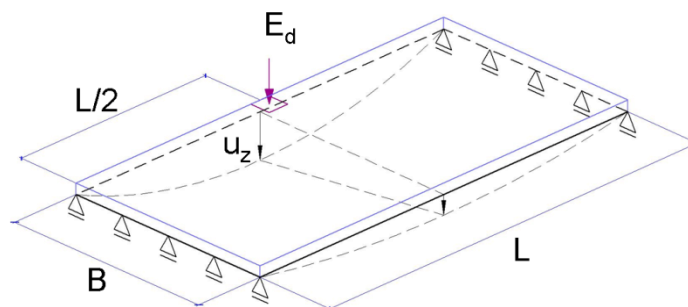
Für weitergehende zusätzliche Berechnungen verweisen wir auf unser Webtool auf www.colevo.ch oder Sie kontaktieren uns direkt.

Die Angaben in dieser Publikation stützen sich nach unseren Kenntnissen auf den neuesten Stand von Technik und Wissenschaft. Für die Richtigkeit der Angaben und für die Resultate, die sich aus deren Gebrauch ergeben, kann jedoch keine Garantie übernommen werden. Keine der Angaben ist dazu bestimmt, bestehende Patentrechte zu verletzen oder eine Patentverletzung zu empfehlen.

Nachweis der Tragfähigkeit

Für den Tragfähigkeitsnachweis werden die Einwirkungen (Bemessungswerte der Schnittkräfte) mit den Tragwiderständen aus der Tabelle auf den Seiten 2 und 3 verglichen. In den Tragwiderständen wurden bereits Zugeigenspannungen infolge einer gleichförmigen Bauteilabkühlung um 40 K im Winter berücksichtigt.

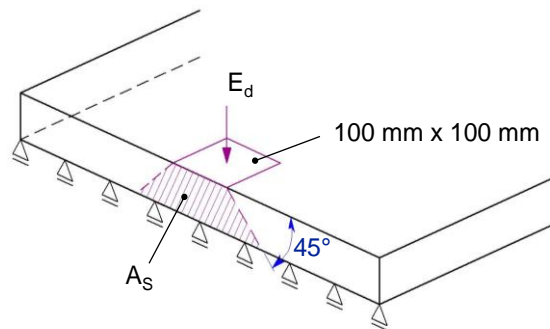
Das Biegemoment $M_{y,d}$ für eine Designkraft von 15 kN am Plattenrand kann für die Schnittkraftbestimmung als Funktion der Plattenbreite B und der Spannweite L aus den Diagrammen 1.1 und 1.2 abgelesen werden. Für $B > 4.0$ m kann auf der sicheren Seite liegend das Biegemoment für $B = 4.0$ m benutzt werden.



Der Nachweis wird in Anlehnung an die BÜV-Richtlinie geführt, wobei aufgrund der Sandwichtragwirkung folgendermassen unterschieden wird:

$$\frac{M_{y,d}}{R_{My,d}} + \frac{N_{x,d}}{R_{Nx,d}} \leq 1 \quad \text{und} \quad \frac{S_{xz,d}}{R_{Sxz,d}} \leq 1$$

Für alle COLEVO bridge.b Typen ausser Typ „60-4.5“ aus der Tabelle auf den Seiten 2 und 3 ist der Schubnachweis im Querschnitt A_s erfüllt, wenn sich die lokale Einwirkung $E_d=15$ kN auf der Lastverteilfläche (100 mm x 100 mm) am Auflager befindet, Für Typ „60-4.5“ darf die Einwirkung $E_d=13$ kN nicht überschreiten.



Nachweis der vertikalen Biegeschwingung

Die zulässigen Eigenfrequenzen für Fussgängerbrücken nach SIA260 müssen eingehalten werden. Für das Eigengewicht, einer zusätzlichen Masse von 10 kg/m^2 für den Nutzbelag und einem totalen Geländergewicht von 90 kg/m Brückenlänge, kann für die entsprechende Verkehrsklasse nach HIVOSS der erforderliche COLEVO bridge.b Typ aus dem Diagramm 2 abgelesen werden. Damit ist die Eigenfrequenz der ersten vertikalen Biegeschwingungen grösser oder mindestens gleich 4.5 Hz . Dies gilt exakt für eine typische Plattenbreite von $B=2.0 \text{ m}$. Kleinere B wirken sich auf das Schwingungsverhalten tendentiell etwas ungünstiger, grössere B tendentiell etwas günstiger aus. Dies müsste im Einzelfall geprüft werden.

Geländeranbindung

Eine seitliche Geländeranbindung an den COLEVO bridge.b Platten kann zugesichert werden, wenn:

- $F_H=0.8 \text{ kN/m}$ auf 1.2 m Höhe über Plattenoberkante, COLEVO bridge.b Typ \geq „120-6“, Pfostenabstand 850 mm oder kleiner
- $F_H=1.6 \text{ kN/m}$ auf 1.2 m Höhe über Plattenoberkante, COLEVO bridge.b Typ \geq „180-6“, Pfostenabstand 850 mm oder kleiner

Andere Situationen sind möglich und für den speziellen Fall nachzuweisen.

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Diagramm 3 gibt den erforderlichen COLEVO bridge.b Typ für den Grenzzustand „Komfort“ von Fussgängerbrücken nach SIA260 in Abhängigkeit von der Verkehrsflächenlast und der Spannweite an. Die Verformung einer einfach gelagerten Platte in Feldmitte erfüllt dabei gerade die Anforderung $L/600$.

Diagramm 4 gibt den erforderlichen COLEVO bridge.b Typ für den Grenzzustand „Funktionstüchtigkeit“ und „Aussehen“ von Fussgängerbrücken nach SIA260 in Abhängigkeit vom Eigengewicht und der Spannweite an. Die Verformung einer einfach gelagerten Platte in Feldmitte erfüllt dabei gerade die Anforderung $L/700$. Berücksichtigt

wurde eine geringe Vergrößerung dieser Verformung infolge eines Temperaturgradienten von 4 K im Winter (Plattenoberseite kalt) nach den Regeln der SIA 261.

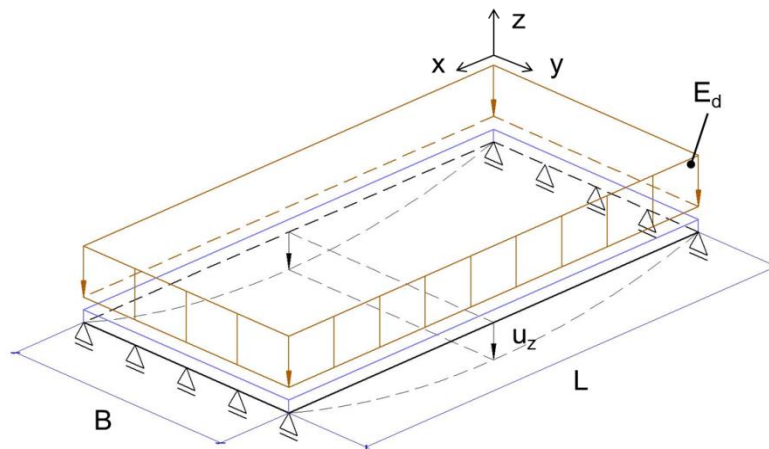
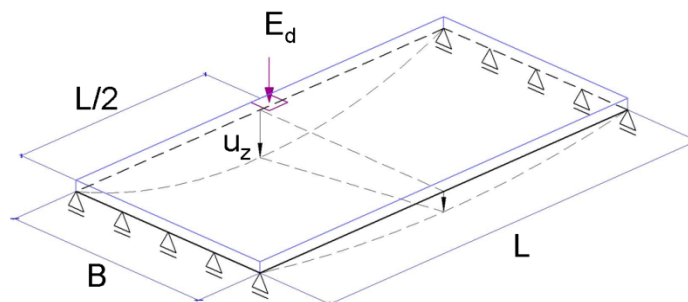


Diagramm 5 gibt die Durchbiegung für eine Einzellast von 10 kN (Lastmodell 2) am Plattenrand als Funktion der Spannweite an. Die Punktlast ist auf eine Fläche von 100 mm x 100 mm verteilt. Diagramm 5 gilt nur für eine Plattenbreite $B = 2.0$ m. Für grössere Plattenbreiten kann auf der sicheren Seite liegend die Durchbiegung für $B = 2.0$ m ausgewertet werden. Für $b < 2.0$ m sind grössere Durchbiegungen zu erwarten. Ein Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ist für die Punktlast nach SIA 260 nicht zwingend erforderlich. Daher ist das Resultat rein informativ.



Mechanische Eigenschaften der Ersatz-Platte

Für die Verwendung von analytischen Berechnungsmodellen oder für eine FE-Analyse mit nicht geschichteten Schalenelementen können die Materialeigenschaften der Ersatz-Platte aus den Tabellen auf den Seiten 2 und 3 verwendet werden. Für Schalenelemente ohne Lagenaufbau muss ein anisotropes Materialmodell definiert werden, das näherungsweise die Eigenschaften des tatsächlichen COLEVO .b Typs abbildet. Dies kann nur unter den Annahmen gewährleistet werden, dass der Sandwichtaufbau symmetrisch ist, ein Sandwichverhalten vorliegt (Kern ist biegeweich und schubsteif), die Fasern der Deckschichten in x- und y-Richtung orientiert sind und mit den globalen Haupttragrichtungen übereinstimmen. Für abweichende Situationen muss diese vereinfachende Vorgehensweise basierend auf einem Ersatzmodell im Einzelfall geprüft werden.

Sind alle Annahmen erfüllt, bietet der Ansatz mit einer Ersatz-Platte die Möglichkeit, auf sehr einfache Weise die richtige Steifigkeit aller COLEVO .b Typen zu modellieren. Im Weiteren kann unter Verwendung des Ersatzgewichtes eine globale Strukturanalyse durchgeführt und zudem auch das dynamische Verhalten der gesamten Konstruktion berechnet werden. Dies ist insbesondere von Bedeutung, wenn ein COLEVO Deck strukturell mit einer Unterkonstruktion verklebt und eine gemeinsame Tragwirkung genutzt wird.

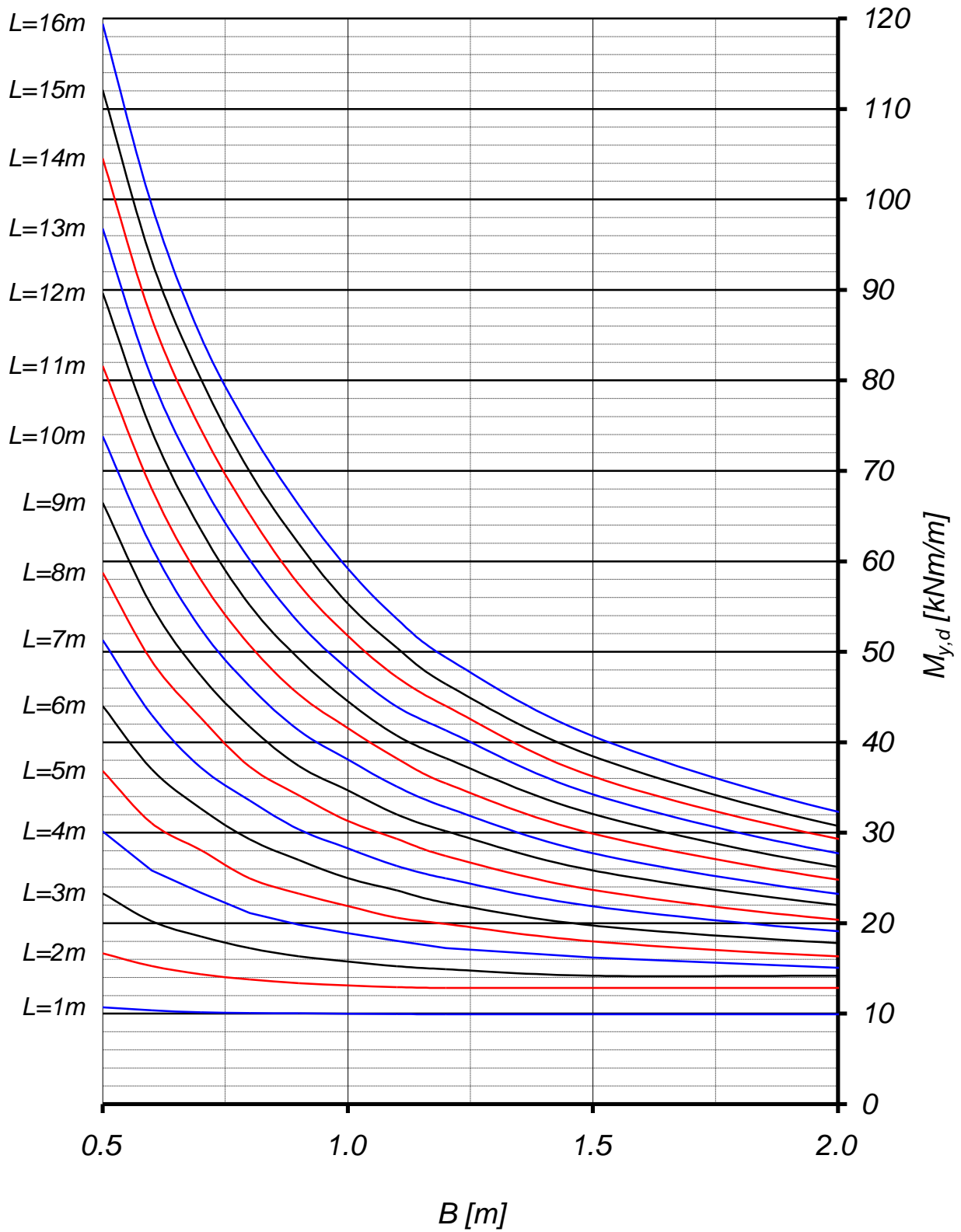


Diagramm 1.1: Biegemomente $M_{y,d}$ für eine Design-Punktlast $P_d = 15 \text{ kN}$ am Plattenrand in Funktion der Spannweite L und der Breite B ($0.5 \leq B \leq 2.0 \text{ m}$)

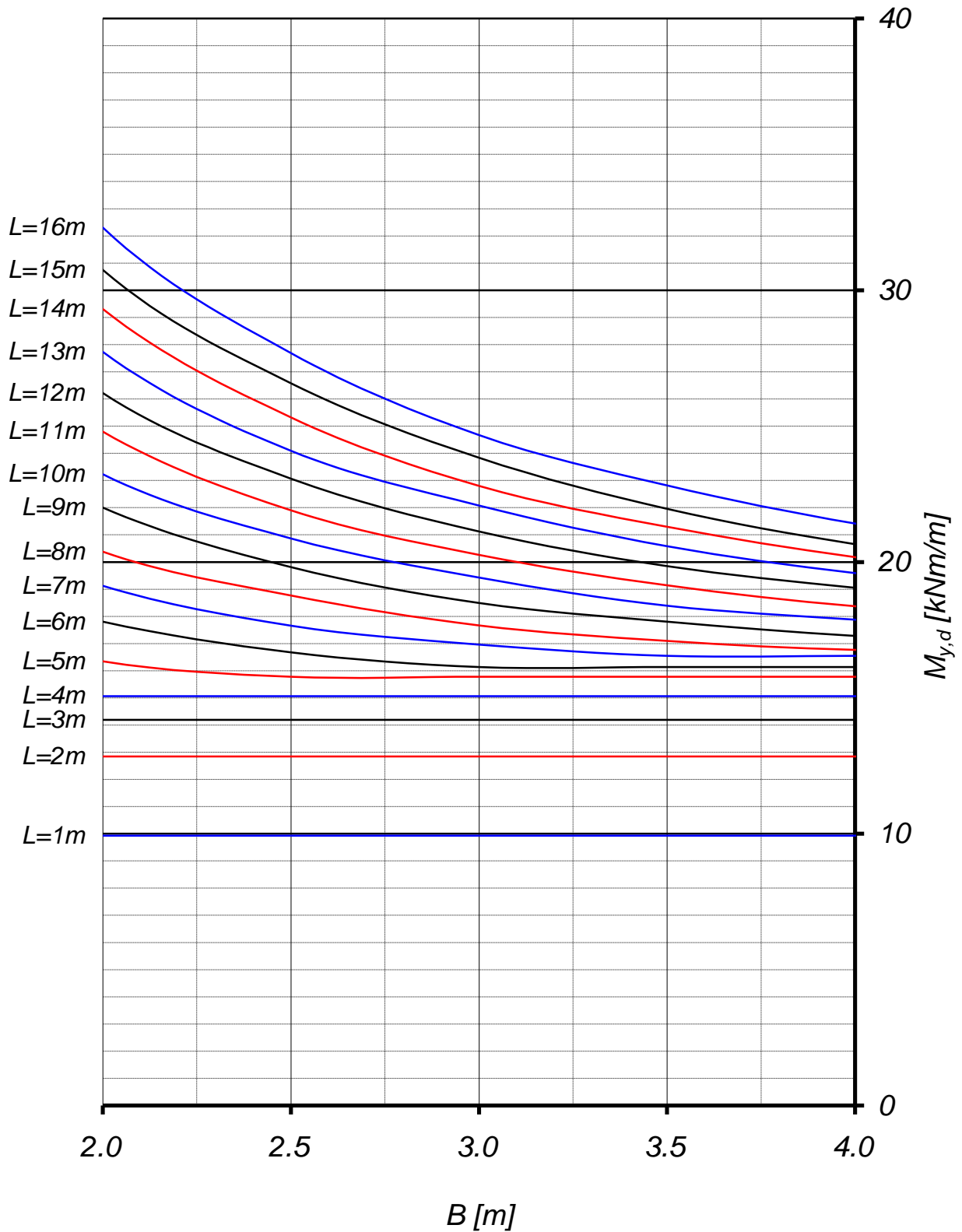


Diagramm 1.2: Biegemomente $M_{y,d}$ für eine Design-Punktlast $P_d = 15\text{ kN}$ am Plattenrand in Funktion der Spannweite L und der Breite B ($2.0 \leq B \leq 4.0\text{m}$)

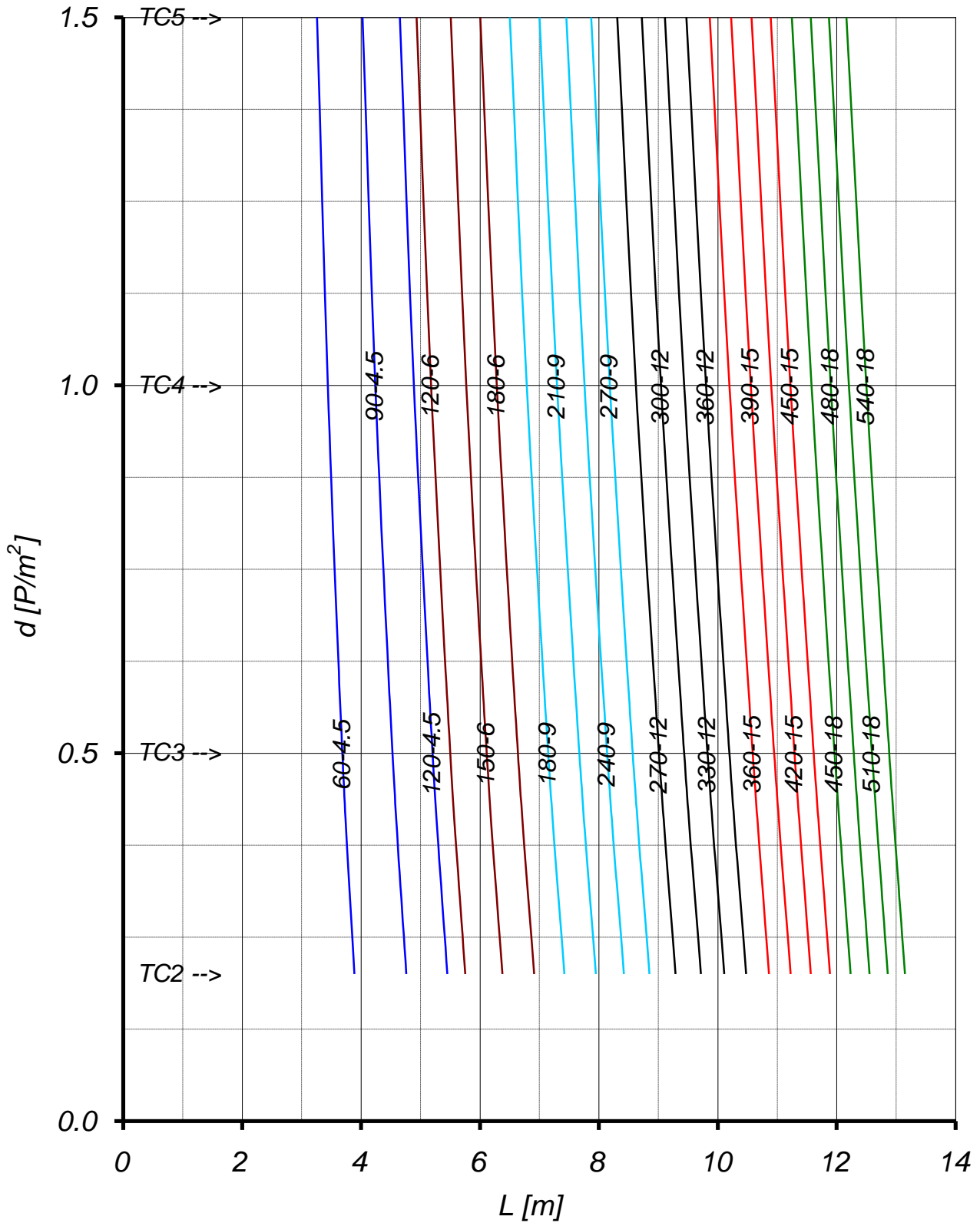


Diagramm 2: Erreichbare Spannweite L mit COLEVO .b Typen in Funktion der Personenlast (Verkehrsklasse TC nach HIVOSS) für eine Plattenbreite $B=2.0$ m bei einer vertikalen Biegeschwingung von 4.5 Hz

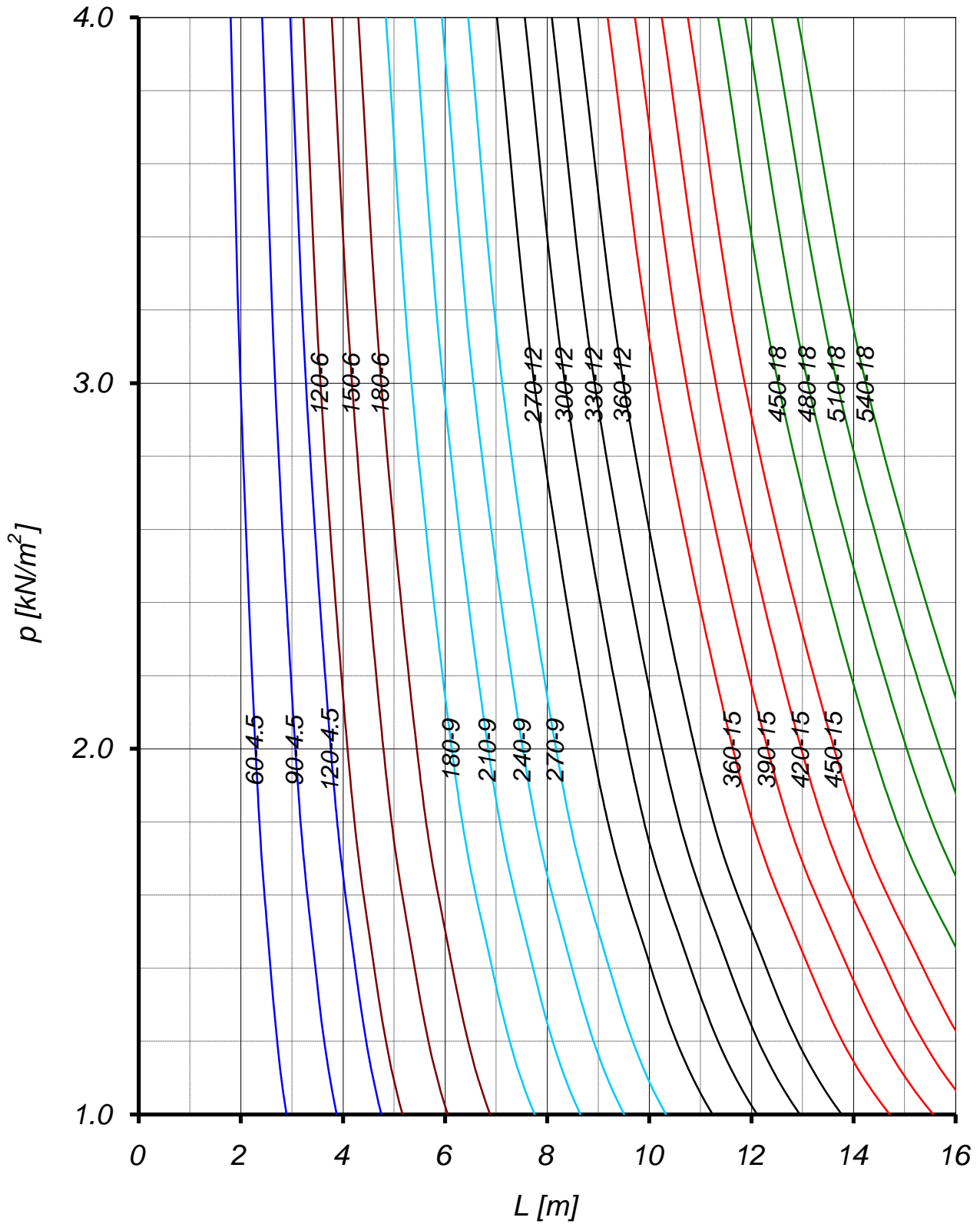


Diagramm 3: Erreichbare Spannweite L mit COLEVO .b Typen in Funktion einer einwirkenden Flächenlast p bei einer Deformation von $u_z = L/600$

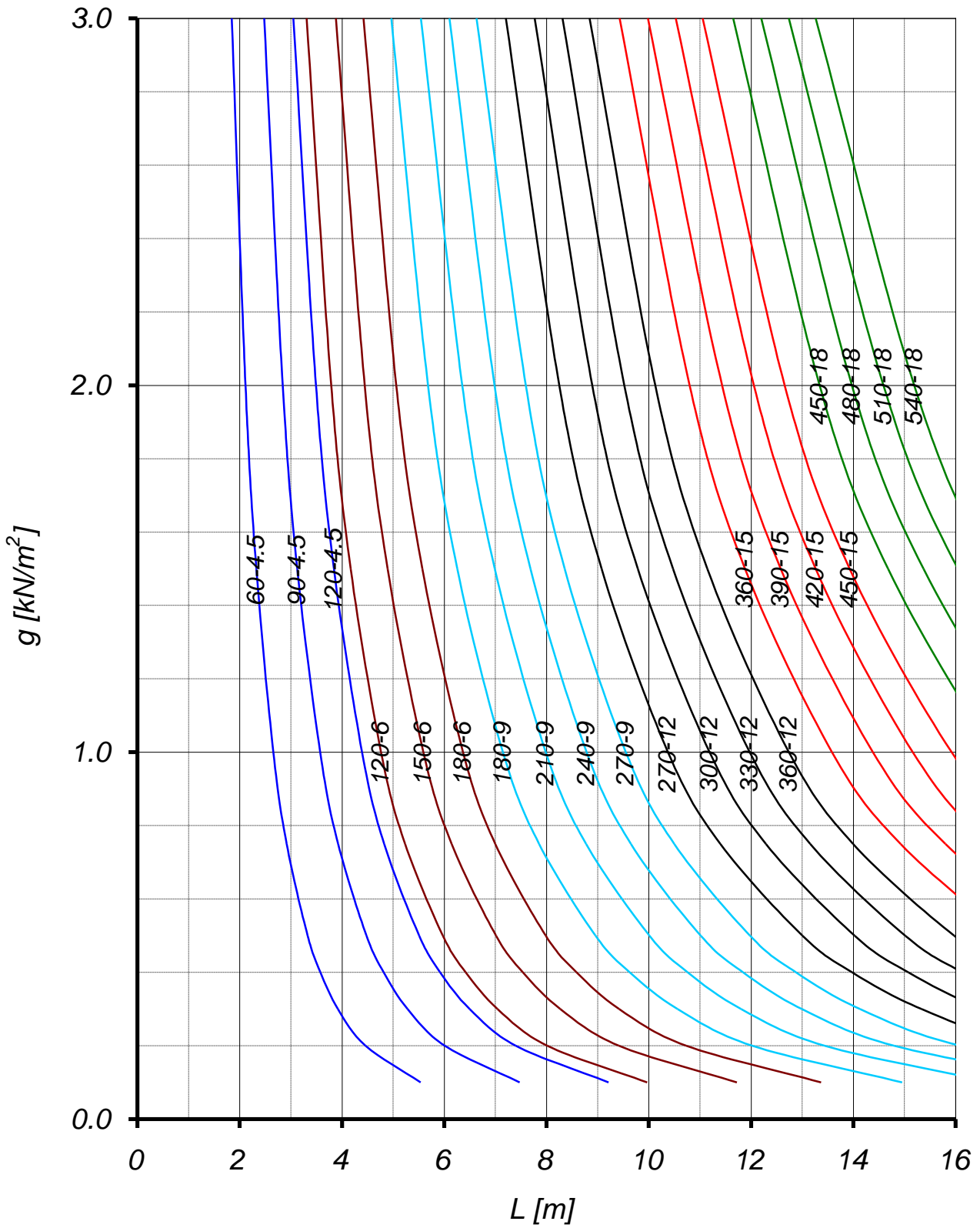


Diagramm 4: Erreichbare Spannweite L mit COLEVO .b Typen in Funktion einer einwirkenden Flächenlast g bei einer Deformation von $u_z = L/700$

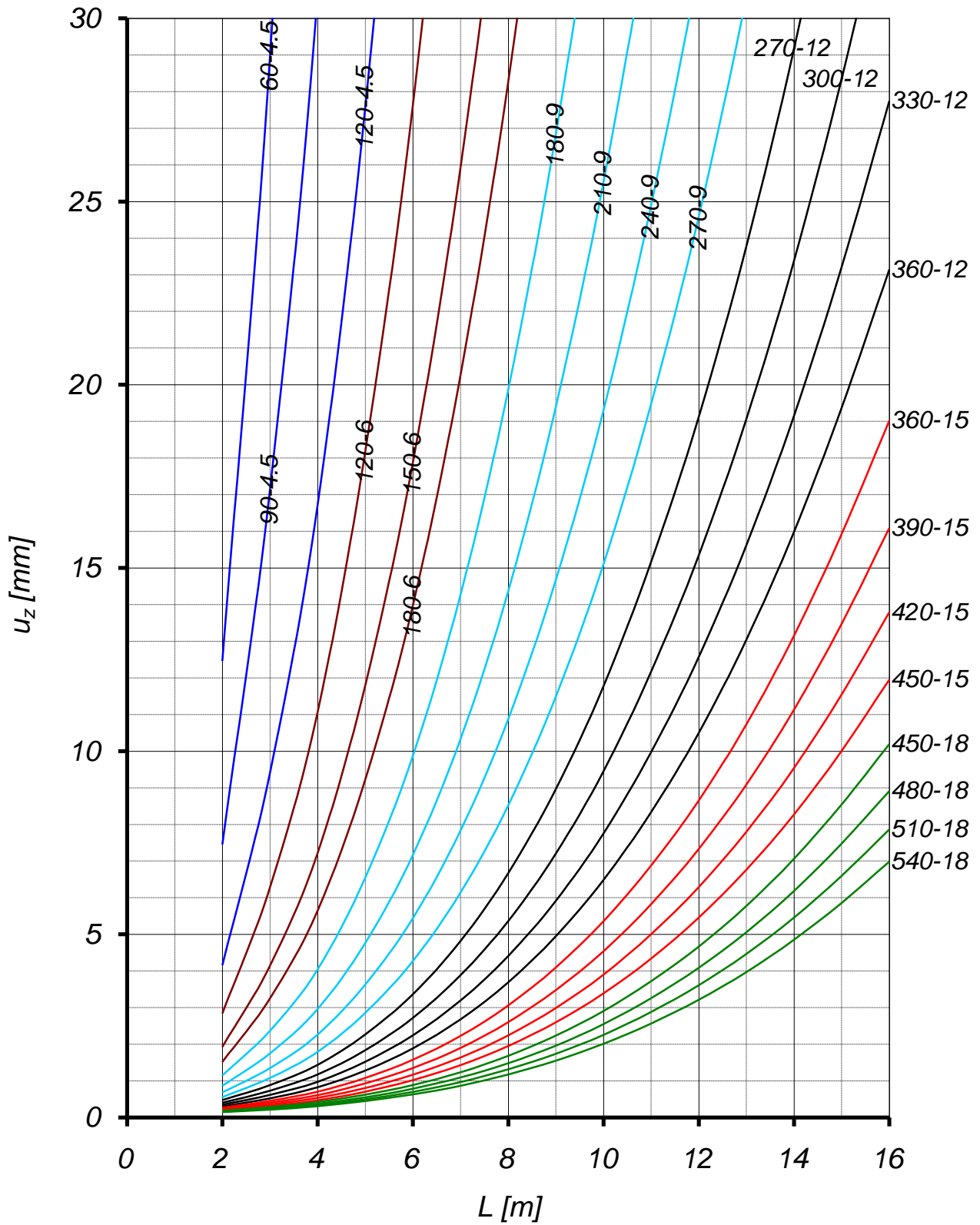


Diagramm 5: Durchbiegung u_z für COLEVO .b Typen für eine Punktlast $P = 10$ kN am Plattenrand in Funktion der Spannweite L . Die Plattenbreite B beträgt 2.0 m

Beispiel 1

Eingabedaten: $L = 12.0m$, $B = 3.0m$, $q_k = 4.0 \frac{kN}{m^2}$, $\psi_{11} = 0.4$, $P_k = 10kN$, $\gamma_G = 1.35$, $\gamma_Q = 1.50$

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit für eine vertikale Biegeschwingung von 4.5 Hz für TC3 ($d=0.5 P/m^2$)

Diagramm 2: \Rightarrow Typ 450-18

Tabelle Seite 3: $m = 173 \frac{kg}{m^2}$; $R_{My,d} = 187 kNm/m$

Ausbaulast (Belag, Geländer, etc.): $m = 10 \frac{kg}{m^2} + \frac{90 kg/m}{B} = 40 \frac{kg}{m^2}$

$$g_k = 173 \frac{kg}{m^2} + 40 \frac{kg}{m^2} = 213 \frac{kg}{m^2} = 2.1 \frac{kN}{m^2}$$

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit $u_z \leq L/600$ für Lastmodell 1

$$E_d = E\{\psi_{11} Q_{k1}\}$$

$$p = \psi_{11} q_k = 0.4 \cdot 4.0 = 1.6 \frac{kN}{m^2}$$

Diagramm 3: \Rightarrow Typ 360-15

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit $u_z \leq L/700$ für Ausbaulast und Eigengewicht

$$E_d = E\{G_k, \psi_{2i} Q_{ki}\}$$

$$g_k = 2.1 \frac{kN}{m^2}$$

Diagramm 4: \Rightarrow Typ 450-15

Nachweis der Tragfähigkeit für Eigengewicht, Ausbaulast und Lastmodell 1

$$E_d = E\{\gamma_G G_k, \gamma_{Q1} Q_{k1}\}$$

$$M_{y,d} = \gamma_G \frac{g_k L^2}{8} + \gamma_Q \frac{q_k L^2}{8} = 1.35 \frac{2.1 \cdot 12^2}{8} + 1.50 \frac{4.0 \cdot 12^2}{8} = 51 + 108 = 159 kNm/m$$

$$\frac{M_{y,d}}{R_{My,d}} = \frac{159}{187} = \underline{\underline{0.85 \leq 1}}$$

Nachweis der Tragfähigkeit für Eigengewicht, Ausbaulast und Lastmodell 2

$$E_d = E\{\gamma_G G_k, \gamma_{Q1} Q_{k1}\}$$

$$P_d = \gamma_Q Q_k = 1.5 \cdot 10 = 15kN$$

Diagramm 1.2: $M_{y,d}(P_d) = 21 kNm/m$

$$M_{y,d} = \gamma_G \frac{g_k L^2}{8} + M_{y,d}(P_d) = 51 + 21 = 72 kNm/m$$

$$\frac{M_{y,d}}{R_{My,d}} = \frac{72}{187} = \underline{\underline{0.39 < 1}}$$

Durchbiegung für Lastmodell 2 (informativ):

Diagramm 5: $P_k = 10 \text{ kN}$; Typ 450-18 $\Rightarrow u_z = 4.5 \text{ mm}$

$$\frac{L}{u_z} = \frac{12000}{4.5} \Rightarrow \frac{L}{2667}$$

Der Nachweis der ersten vertikalen Biegeschwingung ist dimensionierend. COLEVO .b 450-18 erfüllt alle Anforderungen.

Beispiel 2

Eingabedaten: $L = 6.0 \text{ m}$, $B = 3.0 \text{ m}$, $q_k = 4.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$, $\psi_{11} = 0.4$, $P_k = 10 \text{ kN}$, $\gamma_G = 1.35$, $\gamma_Q = 1.50$

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit für eine vertikale Biegeschwingung von 4.5 Hz für TC4 ($d=1.0 \text{ P/m}^2$)

Diagramm 2: \Rightarrow Typ 180-6

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit $u_z \leq L/600$ für Lastmodell 1

$$E_d = E\{\psi_{11} Q_{k1}\}$$

$$p = \psi_{11} q_k = 0.4 \cdot 4.0 = 1.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Diagramm 3: \Rightarrow Typ 180-9

Tabelle Seite 2: $m = 75 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$; $R_{My,d} = 36 \text{ kNm/m}$

Ausbaulast (Belag, Geländer, etc.): $m = 10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + \frac{90 \text{ kg/m}}{B} = 40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

$$g_k = 75 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 115 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 1.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit $u_z \leq L/700$ für Ausbaulast und Eigengewicht

$$E_d = E\{G_k, \psi_{2i} Q_{ki}\}$$

$$g_k = 1.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Diagramm 4: \Rightarrow Typ 180-6

Nachweis der Tragfähigkeit für Eigengewicht, Ausbaulast und Lastmodell 1

$$E_d = E\{\gamma_G G_k, \gamma_{Q1} Q_{k1}\}$$

$$M_{y,d} = \gamma_G \frac{g_k L^2}{8} + \gamma_Q \frac{q_k L^2}{8} = 1.35 \frac{1.1 \cdot 6^2}{8} + 1.50 \frac{4.0 \cdot 6^2}{8} = 6.7 + 27 = 34 \text{ kNm/m}$$

$$\frac{M_{y,d}}{R_{My,d}} = \frac{34}{36} = \underline{\underline{0.94}} \leq 1$$

Nachweis der Tragfähigkeit für Eigengewicht, Ausbaulast und Lastmodell 2

$$E_d = E \{ \gamma_G G_k, \gamma_{Q1} Q_{k1} \}$$

$$P_d = \gamma_Q Q_K = 1.5 \cdot 10 = 15 \text{ kN}$$

Diagramm 1.2: $M_{y,d}(P_d) = 16 \text{ kNm/m}$

$$M_{y,d} = \gamma_G \frac{g_k L^2}{8} + M_{y,d}(P_d) = 6.7 + 16 = 23 \text{ kNm/m}$$

$$\frac{M_{y,d}}{R_{M_{y,d}}} = \frac{23}{36} = \underline{\underline{0.64 < 1}}$$

Durchbiegung für Lastmodell 2 (informativ):

Diagramm 5: $P_k = 10 \text{ kN}$; Typ 180-9 $\Rightarrow u_z = 10 \text{ mm}$

$$\frac{L}{u_z} = \frac{6000}{10} \Rightarrow \frac{L}{600}$$

Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit für L/600 ist dimensionierend. COLEVO .b 180-9 erfüllt alle Anforderungen.