

ArcelorMittal Europe - Long products
Sections and merchant bars



ArcelorMittal

ACB® und Angelina®
Eine neue Generation von Lochstegträgern



ACB-Lochstegträger in der Dachkonstruktion einer Autobahnraststätte



Inhalt

1. Einleitung.....	5
2. Anwendungsbereiche.....	7
3. Bemessung und Herstellung.....	9
4. Toleranzen von Lochstegträgern.....	16
5. Lochstegträger für Dach- und Deckentragwerke.....	19
6. Lochstegträger in Verbunddeckensystemen.....	23
7. Feuerbeständigkeit und Brandschutz.....	27
8. Nachhaltiges Bauen mit Lochstegträgern.....	28
9. Vorbemessungssoftware.....	31
10. Vorbemessungsdiagramme für Lochstegträger.....	32
11. Vorbemessungsdiagramme ACB®.....	36
12. Vorbemessungsdiagramme Angelina®.....	51
13. Unsere Unterstützung für Ihr Projekt.....	63



1. Einleitung

ACB® und Angelina® Lochstegträger, mit ihren kreisförmigen und sinusförmigen Stegöffnungen, verbinden elegant Funktion mit Flexibilität. Sie ermöglichen leichte und weitspannende Strukturen, die enorme stützenfreie Räume ermöglichen. Sie können in Stahl- oder Stahlverbundsystemen verwendet werden.

Ihre Stegöffnungen erlauben die Installation von Rohren und Kanälen der Gebäudetechnik innerhalb der Trägerebenen, wodurch eine kompakte Deckensystemhöhe und maximale lichte Raumhöhen erreicht werden. Darüber hinaus gewährleisten die vorhandenen Öffnungen, dass Veränderungen der Gebäudetechnik während der Lebensdauer der Struktur leicht realisiert werden können.

Die architektonisch ansprechenden ACB® und Angelina® Lochstegträger sind jedes Jahr vermehrt im Einsatz zu sehen. Mit den aktuellen Bemessungsnormen, Berechnungshilfen und Fertigungsmethoden ist es einfacher denn je, sie in ein Gebäudekonzept zu integrieren.

• Herstellung

Die Optimierung der Herstellungsverfahren (Brennschneiden usw.) ermöglicht es, die Anforderungen der Bauherren bezüglich einer schnellen Lieferung sicherzustellen.

• Standardisierung

In den Eurocodes (Eurocode 3 für Tragwerke aus Stahl und Eurocode 4 für Verbundtragwerke aus Stahl und Beton) sind Angaben für die Berechnung der Tragfähigkeit unter normalen Einsatzbedingungen, im Brandfall und im Hinblick auf die Nutzung von höherfesten Stahlsorten bis S460 gegeben.

• Verbundkonstruktionen

Die Entwicklung der verschiedenen Aspekte von Verbundkonstruktionen, wie z.B. Anschlussausbildung, Verwendung von Stahltrapezprofilen, Feuerwiderstand, Nutzungskomfort und Dauerhaftigkeit, hat in erheblichem Maße zur Verwendung von Lochstegträgern in Verbunddeckensystemen beigetragen.

• Bemessungshilfen

Zur Vereinfachung der Bemessung von Lochstegträgern wurde leistungsfähige Software entwickelt: ACB+ und Angelina®. Diese Programme berücksichtigen die Eurocode Bemessungsregeln sowie Versuchsergebnisse und die Auswertung von zahlreichen numerischen Berechnungen. Mit ACB+ und Angelina® können Anwender sowohl das Trägergewicht als auch Trägerhöhe und Öffnungsgeometrie optimieren und bestmöglich an die Projektanforderungen anpassen. Diese Programme sind konzipiert um Ingenieure und Architekten zu unterstützen, die effizienteste und wirtschaftlichste Lochstegträgerlösung zu ermitteln.

• Intelligente Anwendung

Die Anwendung von ACB® und Angelina® Lochstegträgern führt zur Reduktion der Bauhöhen und Vereinfachung der Konstruktion unter gleichzeitiger Beibehaltung der Eleganz der Stahlstruktur. Die durch die reguläre Anordnung der Stegöffnungen gegebene Flexibilität ermöglicht eine einfache Integration der Gebäudetechnik und darüber hinaus einfache Umbauten, Anpassungen und Renovierung der Gebäudetechnik während der gesamten Lebensdauer des Bauwerks. All dies ist möglich ohne jegliche Änderung der Stahlstruktur.

• **Herstellungstechnik**

ACB® und Angelina® Lochstegträger werden aus einem Standard-Walzprofil hergestellt. Die Abmessungen, die Form und Anordnung der Öffnungen definieren sind a_0 (Durchmesser oder Höhe der Öffnung), s (Länge der Sinuskurve) und w (Stegpfostenbreite). Diese sind bedingt durch Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsanforderungen und werden vom Aufsteller gewählt und nachgewiesen.

ACB® - Lochstegträger mit runden Öffnungen

Angelina® - Lochstegträger mit sinusförmigen Öffnungen

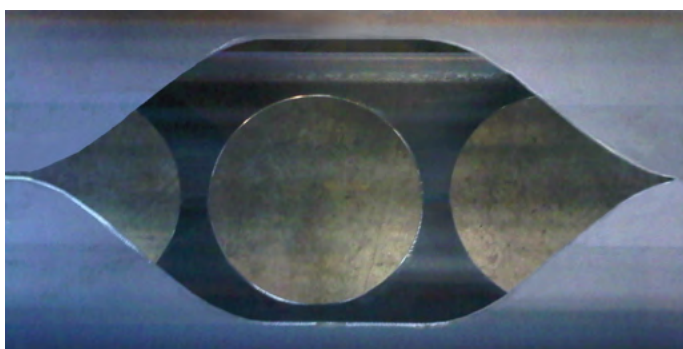
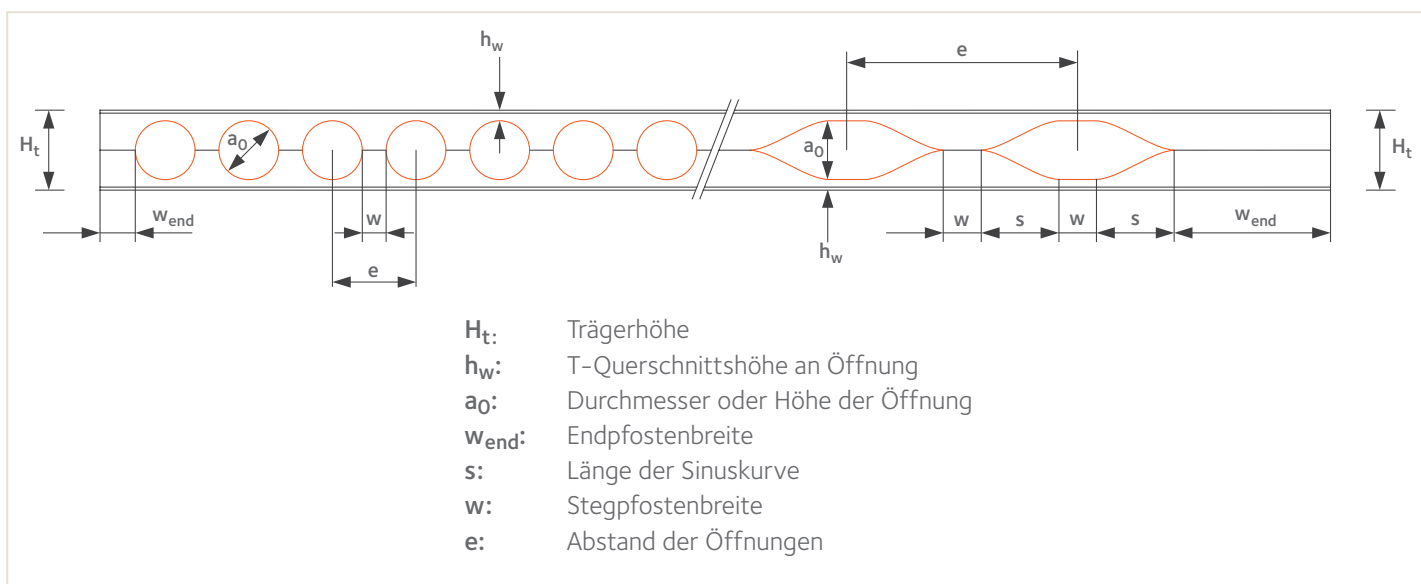


Abbildung 1: Vergleich der Form der Öffnungen zwischen ACB® und Angelina®.

2. Anwendungsbereiche

2.1. Dächer

ACB® und Angelina® Lochstegträger sind eine attraktive Lösung in Dachtragwerken: Die Nutzung von Lochstegträgern als Dachbinder ermöglicht große Spannweiten von 40 m und mehr, unabhängig davon, ob sie als Einfeld-, Durchlauf- oder Kragträger oder Rahmenriegel eingesetzt werden.

Durch den Einsatz von Lochstegträgern erreichen Architekten helle und leichte Raumtragwerke, die für Bauherren und Gebäudenutzer attraktiv sind. Der Durchmesser der Öffnungen kann 80 % der Gesamthöhe der Träger erreichen bei gleichzeitig geringem Abstand der Öffnungen. Diese Auslegung der Lochstegträger ermöglicht transparente und elegante Tragwerke und Gebäudekonstruktionen.

2.2. Decken

Moderne Konstruktionen erfordern in immer stärkerem Maße die Unterbringung von technischen Installationen (Leitungen für Heizung, Belüftung, Klimaanlage usw.) im verfügbaren Deckenzwischenraum. Mit Lochstegträgern sind effiziente Möglichkeiten gegeben, die die Anforderungen von Bauherren optimal erfüllen. Diese Lösungen erlauben stützenfreie Bereiche mit Spannweiten bis zu 18 m. Die Gesamtstärke des Deckensystems ist im Vergleich zu konventionellen Lösungen 25 bis 40 cm geringer. In modernen Gebäuden, bei denen eine Höhe von 35 bis 40 Metern zulässig ist, wird durch eine Verringerung der Deckenstärke um nur 20 cm bereits die Ausführung eines weiteren Stockwerks möglich.

Für Gebäude mit einer vorgegebenen Stockwerkanzahl (von zwei bis sechs Geschossen), führt diese Verringerung der Deckenbauhöhe zu wirtschaftlichen Lösungen bei der Ausführung von Fassaden, Stützen, Windverbänden, Trennwänden sowie der vertikalen Installationen.

Abbildung 2: ACB® Lochstegträger in Dachtragwerk



Abbildung 3: Angelina® Verbunddeckenträger





Studios d'Architecture ORY & Associés

Abbildung 4: Gebäuderenovierung mit ACB® Lochstegträger im Hauptsitz von Crédit Lyonnais, Paris

2.3. Sonderanwendungen

2.3.1. Renovierungen

Zur Erhaltung des Bestandes an architektonisch wertvollen Gebäuden werden leichte und flexible Konstruktionen auf der Grundlage von Lochstegträgern verwendet, um alte Gebäude zu verstärken, einer Neu-Nutzung zuzuführen oder sie zu modernisieren (Abb. 4).

- durch die Öffnungen können Luft und Rauchgase abziehen, so dass im Brandfall eine bessere Entrauchung zwischen den Gebäudeabschnitten möglich ist.

2.3.2. Tragwerke für Parkhäuser

Wenn keine Anforderungen an den Feuerwiderstand bestehen, wird der Einsatz von Lochstegträgern bei der Konstruktion von Parkhäusern aus vier Gründen empfohlen:

- Die herkömmlichen Spannweiten (15 bis 16 m) sind mit den üblichen Lochstegträgern problemlos möglich,
- die Wasserabführung ist durch eine einfach ausführbare Überhöhung der Trager einfach möglich,
- die Öffnungen tragen zur ansprechenden Innengestaltung der Bauwerke bei,

2.3.3 Tragwerke für Kraftwerks- und Offshore-Konstruktionen

Für die Fälle, in denen diese Industriezweige:

- Tragwerke benötigen, die sowohl widerstandsfähig als auch leicht sind,
- die Möglichkeit zur Durchführung von Rohrleitungen verlangen, ist der Einsatz von Lochstegträgern aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften angebracht. Bei besonders hohen Belastungen wird der Einsatz von HISTAR® Stählen empfohlen.

Abbildung 5: Lochstegträger im Parkhaus Enovos, Esch/Alzette





3. Bemessung und Herstellung

Brennschneidisch für warmgewalzte Träger

Lochstegträger werden in modernen Anlagen auf dem Gelände des Träger- Walzwerkes von ArcelorMittal in Differdingen (Luxemburg) gefertigt. Durch die Nähe dieser Anlagen zum Walzwerk können Transportwege verkürzt, die Herstellung beschleunigt und die Herstellungskosten optimiert werden.

Das Herstellungsverfahren für Lochstegträger beruht auf dem ausschließlichen Einsatz von warmgewalzten Trägern.

Der Steg wird durch zwei Brennschnitte getrennt. Die beiden so entstandenen „T-Teile“ werden um eine halbe Bogenbreite versetzt und wieder zusammenschweißt. Auf diese Weise ergibt sich im Vergleich zum Ausgangsprofil eine größere Höhe (Abb. 6).

Der gefertigte Lochstegträger weist ein verbessertes Verhältnis Widerstandsmoment/ Gewicht auf.

Die Schneidbrenner werden numerisch gesteuert, damit die Teilstücke perfekt aufeinander passen.

Die gleichzeitige Herstellung mehrerer Träger ermöglicht eine Senkung der Herstellungskosten.

Aus den Darstellungen wird deutlich, dass die Gesamtlänge der Schweißnähte begrenzt ist. Die Schweißnähte werden einer visuellen Kontrolle unterzogen oder auf Anfrage entsprechend den speziellen Anforderungen des Bauherrn oder des Kunden geprüft.

Abbildung 6: Schematische Darstellung der Herstellung eines Lochstegträgers

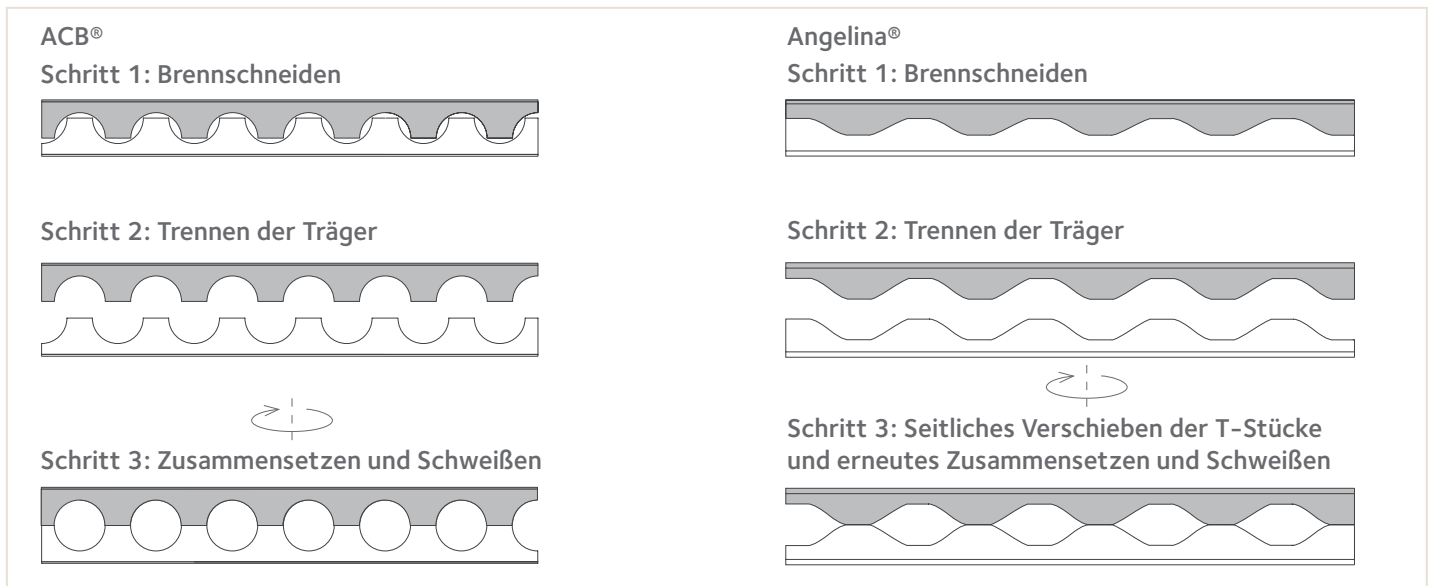




Figure 7: Herstellung von Angelina®-Lochstegträgern

3.1. Wahl des Durchmessers und des Abstandes zwischen den Öffnungen

Ausgehend von einem Standardwalzprofil gibt es in Bezug auf die Durchmesser und die Abstände der Öffnungen unendlich viele Kombinationsmöglichkeiten.

- Die endgültige Geometrie wird in der Praxis so festgelegt, - dass die Trägerenden nicht von einer Öffnung unterbrochen sind.

In einigen Fällen wird die Öffnungshöhe a_0 bestimmt von den Abmessungen der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) wie z.B. Lüftungskanäle und Leitungstrassen.

- In manchen Fällen kann es günstig sein, die oberen und unteren T-Querschnitte aus unterschiedlichen Profilen auszuwählen.
- Um die Fertigung zu vereinfachen, sollte wenn möglich die Öffnungsgeometrie angepasst werden, um unnötige Schließungen von Trägerenden zu vermeiden.

Abbildung 8: Eigenschaften von Lochstegträgern

Anwendungsbereiche:

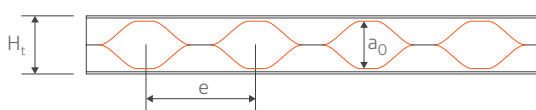
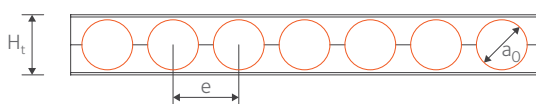
Dächer
Fußgängerbrücken
Dachpfetten mit großer Spannweite

Ziel: Optimierung des Verhältnisses Höhe/Gewicht Ausgangsprofil (Höhe h)

Ausgangsprofil (Höhe h)



Gestaltung Typ 1 (ACB® and Angelina®)



Durchmesser oder Höhe der Öffnung $a_0 = 1,0$ to $1,3 h$
Abstand der Öffnungen $e = 1,1$ to $1,3 a_0$
Trägerhöhe $H_t = 1,4$ to $1,6 h$

Häufig verwendete Stahlsorte: S355

Anwendungsbereiche:

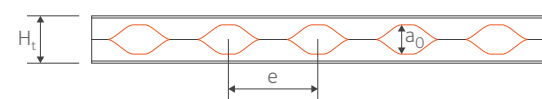
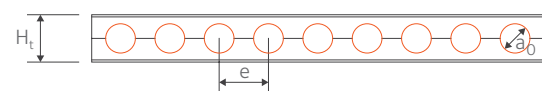
Decken
Parkhäuser
Offshore-Konstruktionen

Ziel: Optimierung des Verhältnisses Last/Gewicht

Ausgangsprofil (Höhe h)



Gestaltung Typ 2 (ACB® and Angelina®)



Durchmesser oder Höhe der Öffnung $a_0 = 0,8$ to $1,1 h$
Abstand der Öffnungen $e = 1,2$ to $1,7 a_0$
Trägerhöhe $H_t = 1,3$ to $1,4 h$

Häufig verwendete Stahlsorte: S355, S460, HISTAR® 460



Tonnendach aus gebogenen ACB-Lochstegträgern mit 25m Spannweite

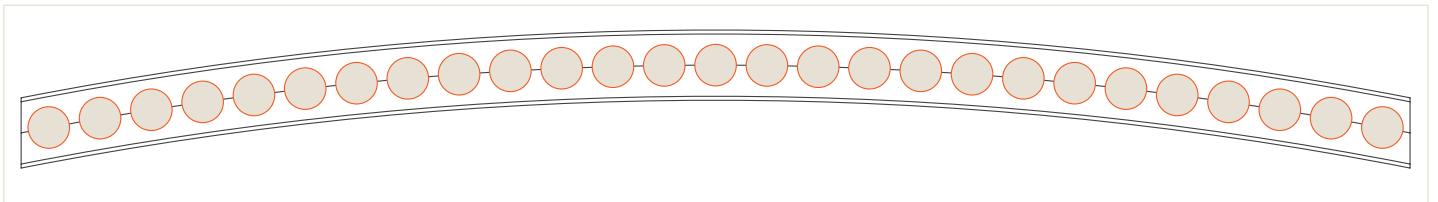
3.2. Auswahl des Längsprofils

3.2.1. Gebogene oder überhöhte Lochstegträger

Ein Biegen der T-Teile während des Herstellungsprozesses und vor dem Zusammensetzen ist einfach zu bewerkstelligen. So kann ohne merkliche Zusatzkosten ein überhöhter oder gebogener Lochstegträger hergestellt werden.

Das Überhöhen der Deckenträger ist ein einfaches Mittel zu deren Optimierung. Die vorgegebene Form bleibt auch nach einem eventuellen Feuerverzinken erhalten.

Abbildung 9: Beispiel eines gebogenen ACB® Lochstegträgers



3.2.2. Träger mit veränderlichem Trägheitsmoment

Träger mit über die Länge veränderlichem Trägheitsmoment können gefertigt werden, indem man die Schnittachse ansteigen lässt und eines der T-Profile vor dem Zusammenfügen umdreht (Abb. 10).

Diese Formen werden am häufigsten für folgende Anwendungen benötigt:

- Dachbinder
- Lange Kragträger (Stadiontribünen usw.)
- Durchlaufträger (Fußgängerbrücken usw.)
- Rahmenriegel.

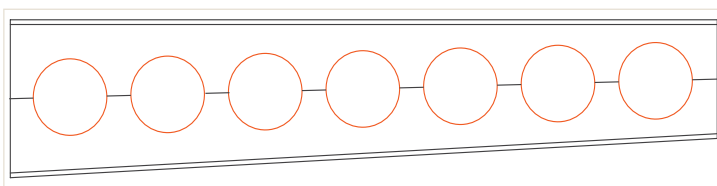


Abbildung 10: Beispiel eines ACB® Lochstegträgers mit veränderlichem Trägheitsmoment

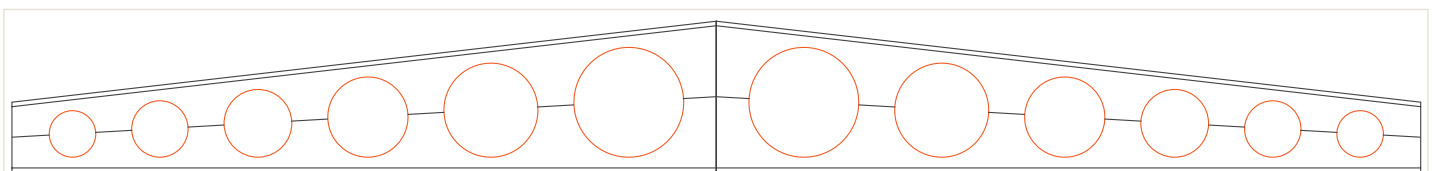
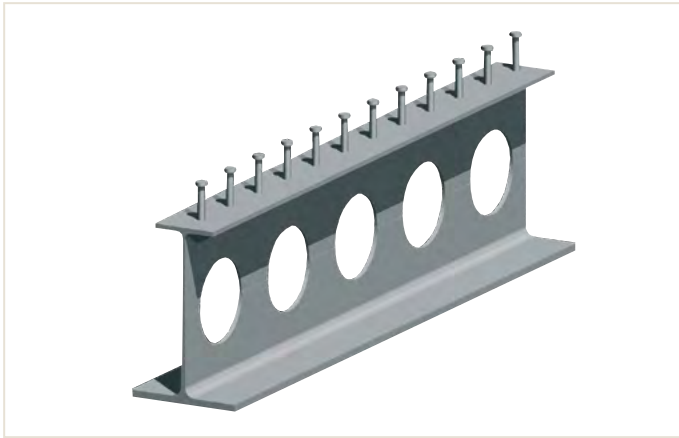


Abbildung 11: Beispiel für einen asymmetrischen ACB® Lochstegträger



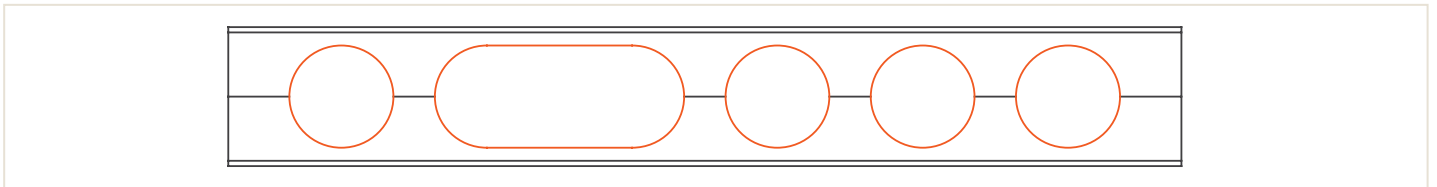
3.2.3. Asymmetrische Lochstegträger

Asymmetrische Lochstegträger sind (in Verbindung mit der Deckenscheibe) besonders für den Einsatz in Verbundkonstruktionen geeignet. Hier werden T-Teile unterschiedlicher Querschnitte oder Stahlsorten zusammengefügt (Hybridträger) (Abb. 11) Lochstegträger spielen eine wichtige Rolle bei der Herstellung von Verbunddeckenkonstruktionen.

3.2.4. Verlängerte Öffnungen

Manchmal ist es erforderlich, zwei Öffnungen ineinander übergehen zu lassen. Soweit wie möglich sollte diese verlängerte Öffnung in der Mitte der Trägerlänge positioniert sein (Abb. 12), in dem Bereich, in dem die geringsten Scherkräfte auftreten. Wenn sich diese verlängerten Öffnungen in der Nähe der Auflager befinden, ist häufig eine Aussteifung des Endbereichs erforderlich.

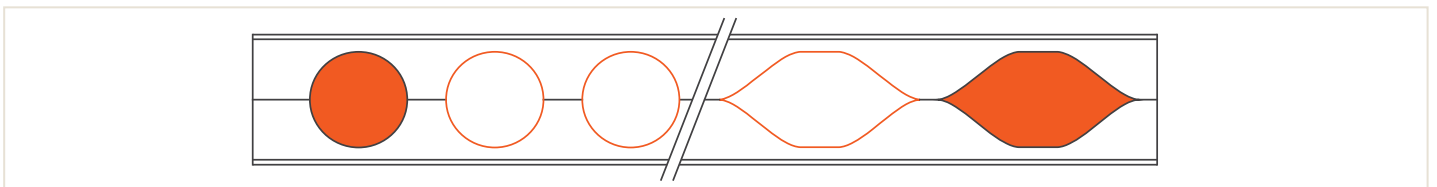
Abbildung 12: Beispiel eines ACB® Trägers mit verlängerter Öffnung



3.2.5. Verschließen der Öffnungen

Aufgrund der im Bereich der Anschlüsse auftretenden Querkräfte oder aus Brandschutzgründen ist manchmal ein Verschließen von bestimmten Öffnungen erforderlich (Abb. 13). Zu diesem Zweck werden Blechscheiben eingefügt und von beiden Seiten verschweißt. Die Stärke des Bleches und der Schweißnaht werden in Abhängigkeit der in diesem Bereich auftretenden Spannungen gewählt.

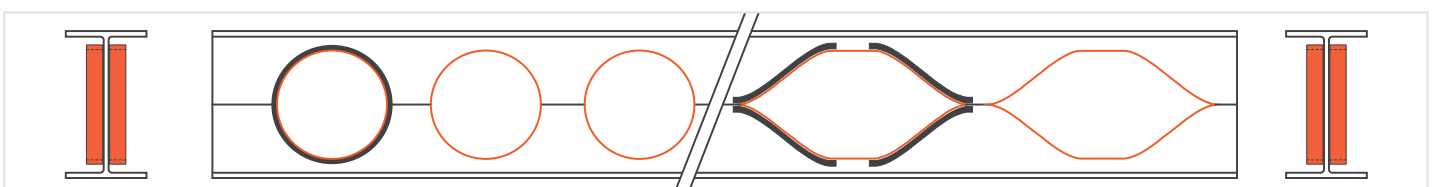
Abbildung 13a: Verschlossene Öffnung



3.2.6. Verstärkung von Öffnungen

Wenn die Öffnung aus ästhetischen oder praktischen Gründen erhalten bleiben soll, kann die Steifigkeit durch einen in den Rand der Öffnung eingeschweißten Ring oder Verstärkungsbleche erhöht werden (Abb. 13).

Figure 13b: Verstärkte Öffnungen





Beispiel von ACB® Trägern mit verschlossenen Öffnungen

3.2.7. Verstärkung des Stegs

Für die Funktionstüchtigkeit im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist ein ausreichender Widerstand gegen Verformungen und Schwingungen erforderlich. Die Optimierung der mit Lochstegträgern ausgeführten Tragwerke ist durch eine Erhöhung des Widerstandsmoments in Verbindung mit einer Verringerung der Stegstärke möglich. Hierfür ist ein Einsatz von IPE und IPE A Profilen besonders gut geeignet.

Der Tragwerksplaner kennt Fälle, in denen eine Optimierung nicht durchgeführt werden kann, da die Gefahr des Knickens von ein oder zwei Stegpfosten der an den äußeren Enden der Träger liegenden Öffnungen nahe der Auflager besteht. Vier klassische Lösungen sind hier möglich:

- Verschließen der Öffnungen, was naturgemäß die Durchführungsmöglichkeiten ausschliesst,
- Aussteifen der Öffnungen mittels Flachstahl, um die Durchführungsmöglichkeiten zu erhalten,
- Wahl eines stärkeren Profils,
- Wahl einer höherfesten Stahlsorte.

Alternativ hierzu zeigen Versuche, dass das Aufschweißen eines einfachen Flachstahls an der kritischen Stegstelle in senkrechter Richtung sich sehr positiv auswirkt (Abb. 14). Es können auch zwei Ringabschnitte verwendet werden.

Abbildung 14: Ausgesteifte Stegpfosten

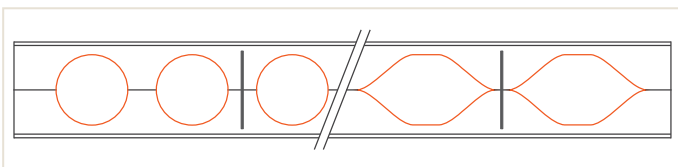
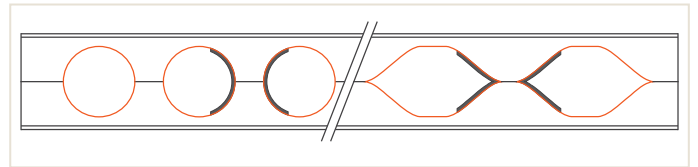


Abbildung 15: Versteifung um die Öffnung geschweißt



3.2.8. Aufnahme von Punktlasten

Eine lokale plastische Verformung an einer beliebigen Öffnung (normalerweise an einzelnen Öffnungen, in deren unmittelbarer Nähe konzentrierte Belastungen auftreten oder senkrecht zu Querschnitten, die hohen Spannung unterliegen) kann durch das Anschweißen von Aussteifungsblechen oberhalb und unterhalb der Öffnung vermieden werden.

3.3. Schweißarbeiten

Die Schweißarbeiten werden von qualifizierten Schweißern gemäß der europäischen Norm EN 287-1 für MAG 135 und MAG 136 Verfahren ausgeführt.

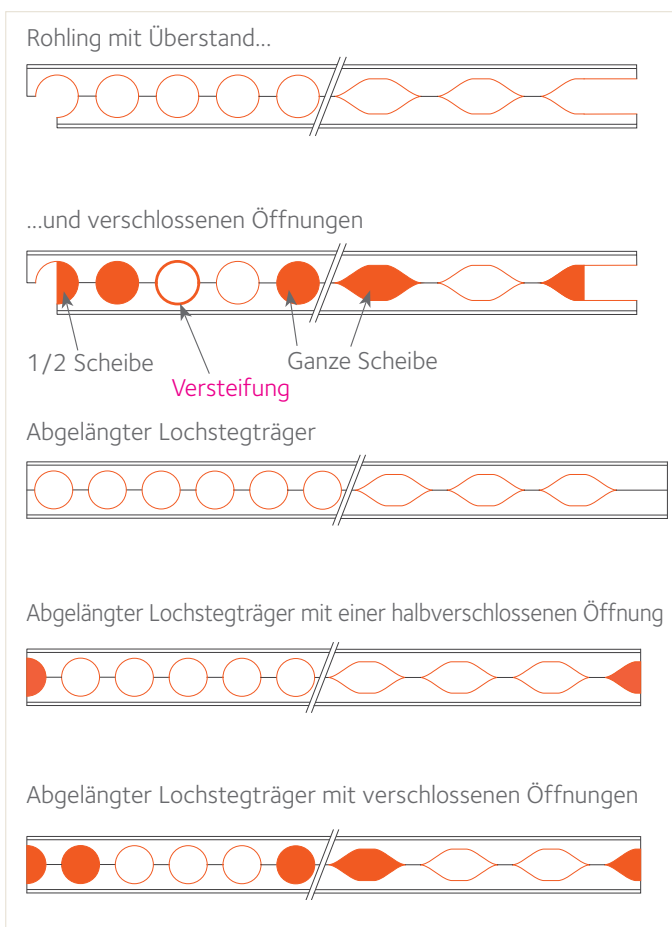
Lochstegträger werden mittels nicht durchgehender Schweißnähte verschweißt. Das Rechenmodell der ACB+ und Angelina®-Software beruht auf Versuchsauswertungen und erlaubt die genaue Bemessung der zur Aufnahme der Spannungen benötigten Schweißnaht.



3.4. Liefermöglichkeiten für Lochstegträger

Lochstegträger können entsprechend der in Abbildung 16 gezeigten Beispiele geliefert werden.

Abbildung 16: Liefermöglichkeiten für Lochstegträger

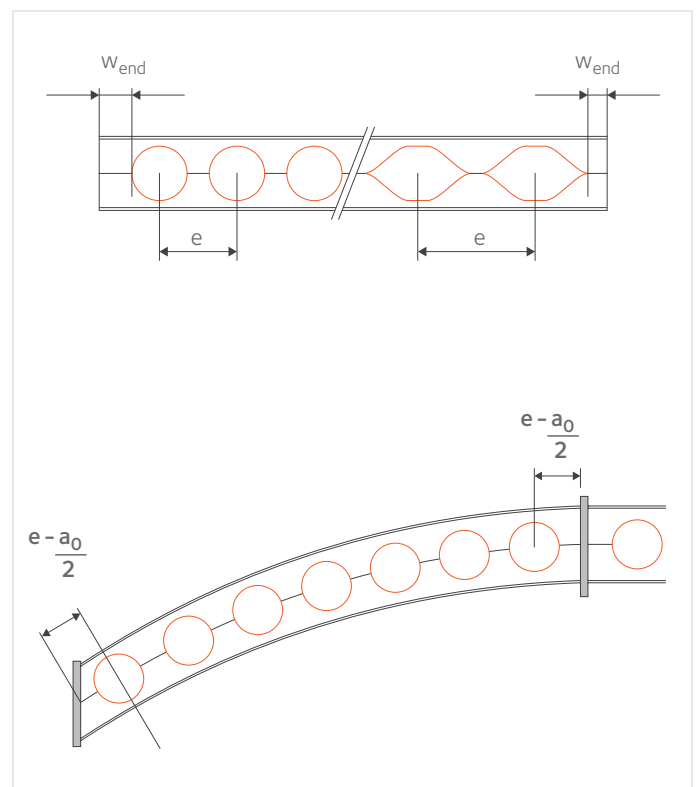


3.5. Optimierung der Öffnungen

Bei der Bemessung des Tragwerkes sollte ein besonderes Augenmerk auf die Positionierung der Öffnungen gelegt werden, um ein unnötiges Verschließen derselben zu vermeiden (Abb. 17).

- In einem ersten Schritt wird der Träger in statischer Hinsicht optimiert.
- In einem zweiten Schritt wird der Abstand zwischen den Öffnungen so ausgelegt, dass an den Enden der Träger keine Öffnung übrig bleibt.

Abbildung 17: Optimierung der Lage für die Öffnungen



3.6. Anschlüsse

Bei der Bemessung müssen die Abstände zwischen den Öffnungen und die Endbereiche so definiert werden, dass Anschlüsse korrekt ausgeführt werden können.

Falls in speziellen Fällen ein Verschließen von einer oder zwei Öffnungen erforderlich wäre, besteht die einfache und wirtschaftliche Möglichkeit, nur teilweise verschlossene Öffnungen vorzusehen (Abb. 18).

3.7. Überhöhen der Lochstegträger

Das Überhöhen der Lochstegträger kann problemlos in den Herstellungsprozess der Träger integriert werden. Folgende Faktoren können ein Überhöhen erforderlich machen:

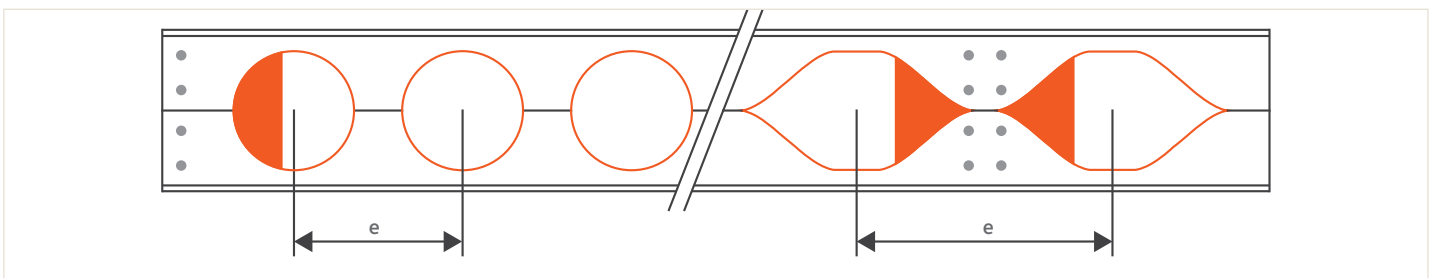
- Architektonische Anforderungen für Dachelemente
- Ausgleich von Durchbiegungen aus Eigengewicht bei Deckenkonstruktionen.

Andere Arten von Verformungen oder Biegen können auf Anfrage geliefert werden. Die minimale Überhöhung beträgt 15 mm.

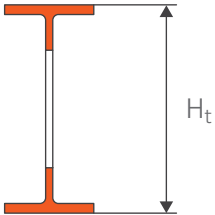
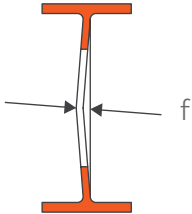
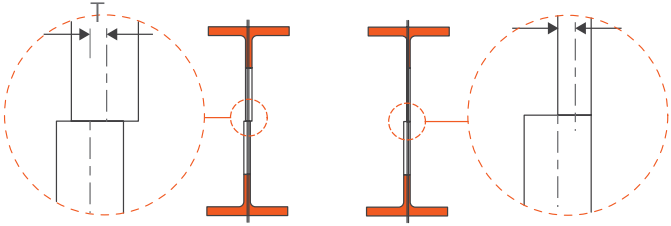
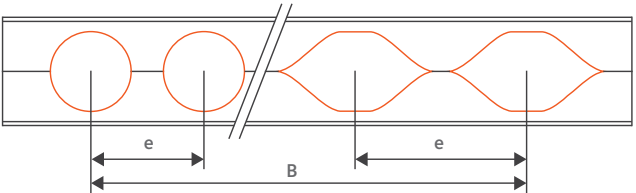
3.8. Herstellungsgrenzen

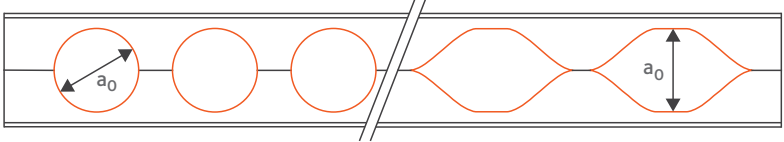
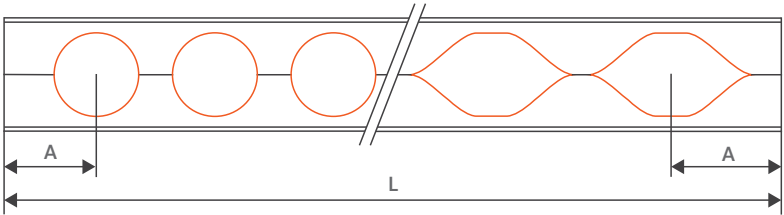
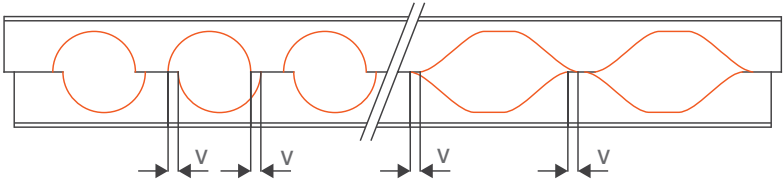
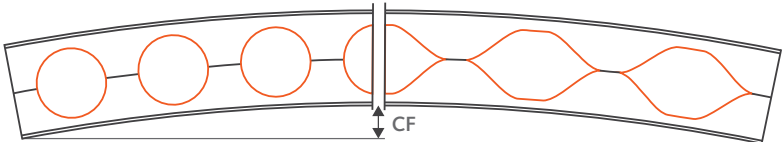
Die Grenzen der Schnittführung, d.h. minimaler Öffnungs- und Ausrundungsradius oder Mindestkrümmungsradius von gekrümmten Trägern sind in die ACB+ und ANGELINA-Software implementiert (Kapitel 9. Vorbemessungssoftware).

Abbildung 18: Teilweise verschlossene Öffnungen im Anschlussbereich



4. Toleranzen von Lochstegträgern

<p>Endgültige Höhe: H_t</p> <p>$H_t < 600$</p> <p>$600 \leq H_t < 800$</p> <p>$H_t \geq 800$</p>	<p>+ 3 / - 5 mm</p> <p>+ 4 / - 6 mm</p> <p>+ 5 / - 7 mm</p>	
<p>Biegung des Stegs: f</p> <p>$H_t < 600$</p> <p>$H_t \geq 600$</p>	<p>$f \leq 4 \text{ mm}$</p> <p>$f \leq 0,01 H_t$</p>	
<p>Stegausrichtung der T-Teile: T (von der Achse des oberen T-Teils zur Achse des unteren T-Teils)</p>	<p>$T \leq 2 \text{ mm}$</p>	 <p>Symmetrical section Hybrid section</p>
<p>Öffnungsabstand: e</p> <p>Abstand zwischen der ersten und der letzten Öffnung: B</p>	<p>+/- 0,01 e</p> <p>+/- 0,02 e</p>	

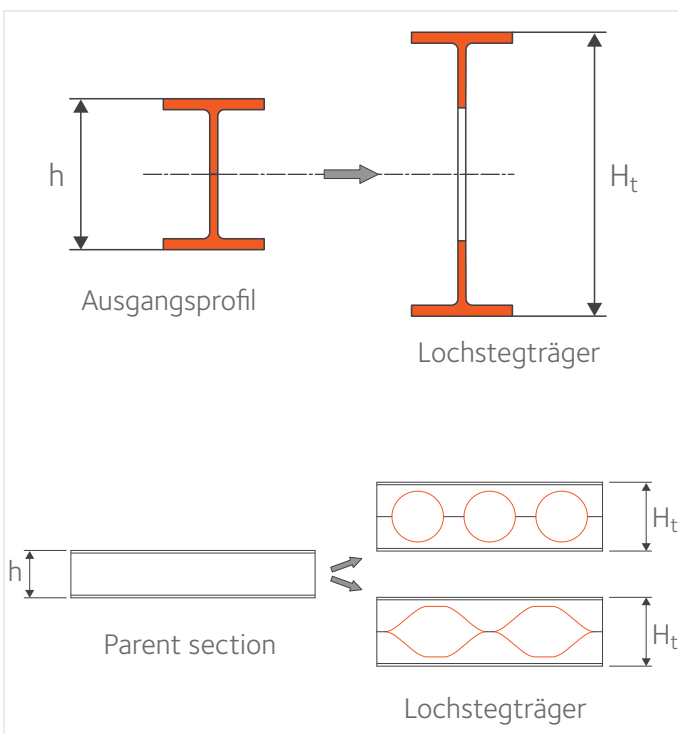
<p>Durchmesser/Höhe der Öffnungen: a_0</p>	<p>+ 5 / - 2 mm</p>	
<p>Länge: L</p> <p>Abstand des ersten Öffnung Zum Trägerende: A</p>	<p>+/- 2mm</p> <p>+/- 0,02 e</p>	
<p>Stegversatz: V</p> <p>Beispiel:</p>	<p>$V \leq 0,03 \% L$</p> <p>if L = 10 000 mm $V \leq 3\text{mm}$</p>	
<p>Überhöhung: CF</p>	<p>+/- 0,05 CF</p> <p>CF min. 5mm</p>	



5. Lochstegträger für Dach- und Deckentragwerke

Lochstegträger, die in Dach- und Deckentragwerken eingesetzt werden, weisen einen doppelsymmetrischen Querschnitt auf; der obere Flansch und der untere Flansch stammen vom gleichen Ausgangsprofil (Abb. 19).

Abbildung 19: Aufbau eines symmetrischen Lochstegträgers



Der Architekt hat bei der Wahl des Durchmessers und der Abstände der Öffnungen große Freiheiten. Mit diesen beiden Parametern kann ein Ausgangsprofil bestimmt und die endgültige Höhe des Lochstegträgers abgeleitet werden. Eine andere Vorgehensweise ist ebenfalls denkbar: Falls die Höhe sowie vordefinierte Eigenschaften für die Öffnungen gegeben sind, kann der Ingenieur auch hier auf einfache Weise das entsprechende Ausgangsprofil bestimmen.

5.1. Bemessungshilfe

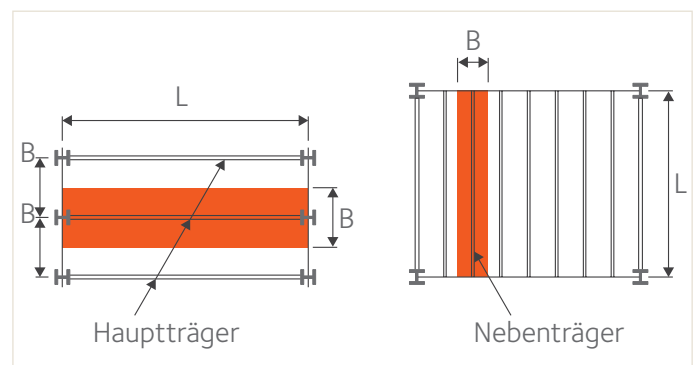
Wie auch bei Walzprofilen ist es bei der Auslegung von Tragwerken mit Lochstegträgern unerlässlich, Kriterien und Einschränkungen zugrunde zu legen, die es erlauben, die Leistungsfähigkeit dieser Bauteile optimal zu nutzen.

5.1.1. Wahl der Höhe des Lochstegträgers

Die Höhe des Lochstegträgers wird in Abhängigkeit von folgenden Parametern bestimmt (Abb. 20):

- Spannweite (L) und Abstand zwischen den Trägern (B),
- Höhe der Belastung (Einsatz in Dach- oder Deckenkonstruktion),
- Einsatz der Lochstegträgers als Hauptträger (Anwendung A) oder als Ausgangsprofil oder als Nebenträger (Anwendung B),
- Verformungskriterien (Begrenzung der Durchbiegung für übliche Anwendungen oder für ein spezifisches Projekt).

Abbildung 20: Einsatz von Lochstegträgern in Deckenkonstruktionen



Für übliche Dächer können die Träger je nach den Auflagerbedingungen einen Schlankheitsgrad (Verhältnis Spannweite/Höhe des Trägers) zwischen 20 und 40 aufweisen. Ein mittlerer Wert, also ein Schlankheitsgrad von 30, kann in der Bemessungsphase für Nebenträger und eingespannte Träger von Rahmen angenommen werden (Abb. 20).

Für Deckenträger in Gebäuden variiert der Schlankheitsgrad zwischen 10 und 20. Für normale Nutzlasten kann bei der Bemessung ein mittlerer Wert von 15 angenommen werden.

Es sollten jedoch die geometrischen Grenzwerte eingehalten werden, die für ein gutes mechanisches Verhalten der Lochstegträger erforderlich sind. Dies betrifft folgende Größen:

1) Durchmesser (Abb. 22):

- Bezogen auf den fertigen Lochstegträger
- Bezogen auf das Ausgangsprofil

Abbildung 21: Höhe des Lochstegträgers in Abhängigkeit von der Spannweite

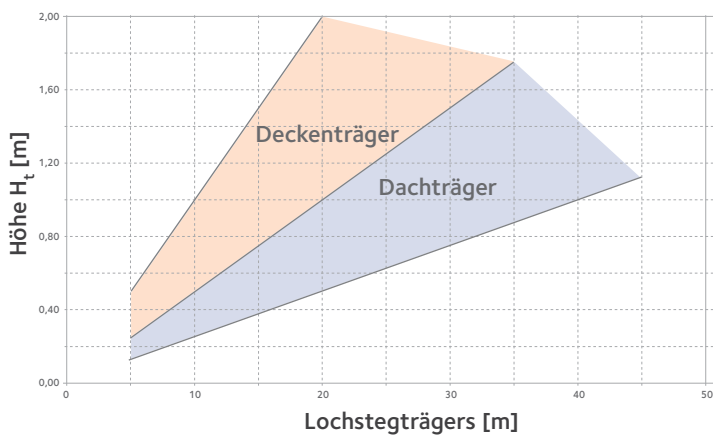
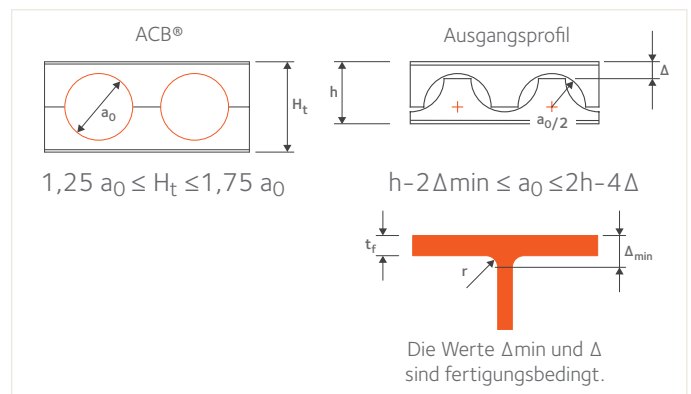
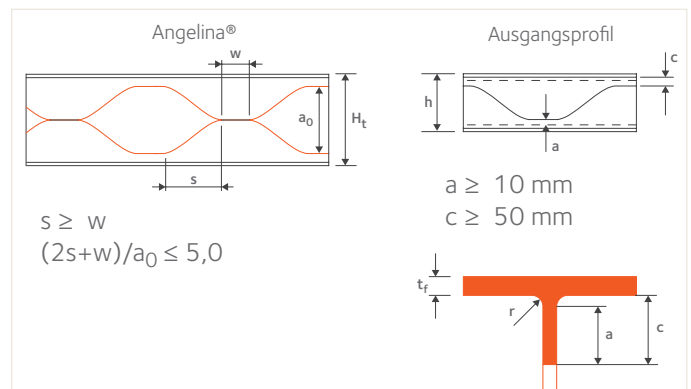


Abbildung 22: Geometrische Grenzen für die Öffnungen der Lochstegträger



5.1.2. Wahl des Durchmessers und des Abstandes der Öffnungen

Die Wahl des Durchmessers und des Abstandes der Öffnungen wird normalerweise von gestalterischen (Transparenz und Lichteffekte) und funktionalen (Durchführungen von Leitungen durch die Öffnungen) Anforderungen bestimmt.





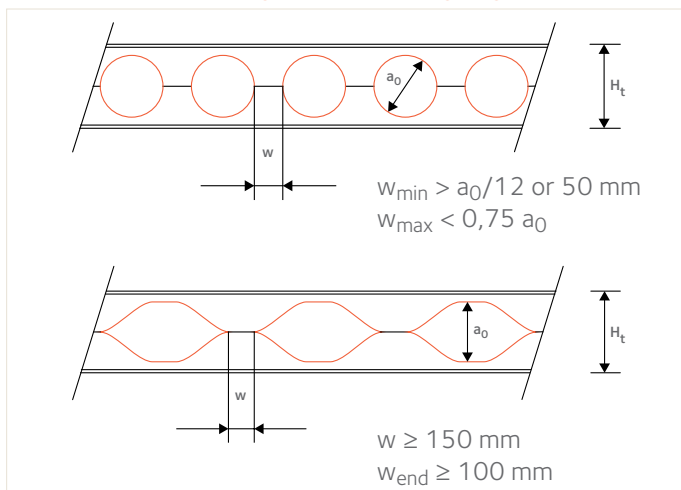
P. de Coubertin Gymnasium (Bourges, Frankreich ; Arches Études)

2) Abstand (Abb. 23):

Bei der Wahl des Abstandes zwischen den Öffnungen müssen bestimmte Regeln beachtet werden. Der Mindestabstand wird so bestimmt, dass eine angemessene Verbindung zwischen beiden Teilen des Lochstegträgers sichergestellt und eventuelle Schwachpunkte im Träger vermieden werden.

Der maximale Abstand ergibt sich zum einen aus den wirtschaftlichen Überlegungen bei der Herstellung der Lochstegträger, zum anderen aus dem mechanischen Verhalten, das sich mit zunehmendem Abstand der Öffnungen demjenigen eines Trägers mit isolierten Öffnungen annähert.

Abbildung 23: Geometrische Grenzen für die Abstände zwischen den Öffnungen bei Lochstegträgern



5.2. Bemessung

Ebenso wie bei der Bemessung jedes Bauteils müssen Lochstegträger für die Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS) und die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS) (Durchbiegungs- und Schwingungsanforderungen) bemessen werden. Hierbei ist zu beachten, dass durch die Stegöffnungen lokale Spannungskonzentrationen auftreten und berücksichtigt werden müssen.

Grenzzustände der Tragfähigkeit:

- Tragfähigkeit des Bruttoquerschnitts unter Berücksichtigung von:
 - Querkraft
 - Biegung und Normalkraft
 - Querkraftinteraktion
 - Momententragfähigkeit
- Schubbeulnachweis
- Tragfähigkeit des Nettoquerschnitts im Bereich der Stegöffnung unter Berücksichtigung von:
 - Querkrafttragfähigkeit
 - Momententragfähigkeit und Normalkrafttragfähigkeit
 - Biegemoment – Normalkraft – Querkraft – Interaktion
- Biegedrillknicknachweis Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit:
- Durchbiegung

Für die Berechnung der Gesamtdurchbiegung wird der Lochstegträger in Abschnitte unterteilt und für jeden Trägerabschnitt Teilschnittgrößen am linken und rechten Abschnittsrand berechnet. Die Gesamtdurchbiegung ist eine Summe der Einzelfekte aufgrund Biegemoment und Querkraftbeanspruchung.
- Eigenfrequenzen

ACB + und ANGELINA Software (s. 9. Vorbemessungssoftware) ermöglichen es Benutzern, die möglichen Konfigurationen von Lochstegträgern entsprechend zu überprüfen. Darüber hinaus ermöglichen die in Abschnitt 10. Vorbemessungsdiagramme für Lochstegträger enthaltenen Diagramme eine schnelle Auswahl eines geeigneten Profils für eine gegebene Belastung und Trägerspannweite.



6. Lochstegträger in Verbunddeckensystemen

Durch den Einsatz von ACB® und Angelina® Lochstegträgern in Verbunddecken (Abb. 24) können Deckenspannweiten maximiert werden. Die typischen Deckenspannweiten in Bürogebäuden von 18 m können leicht übertraffen und 30 m leicht erreicht werden. Ein typischer Abstand von Verbunddeckenträgern sind 2,70m bis 4,05m mit einem Profilblech sowie 5,40m bis 8,10m mit Additivdecken Cofraplus 220, Fertigteilplatten oder dem Deckensystem Cofradal 200/260.

Somit ermöglichen Verbund-Lochstegträger ACB® und Angelina® es den Ingenieuren, die Verwendung von Stahl nicht nur für den reinen Deckenträger sondern fürs gesamte Deckenfeld zu optimieren.

6.1. Bemessungsempfehlungen

6.1.1. Wahl der Höhe des Lochstegträgers

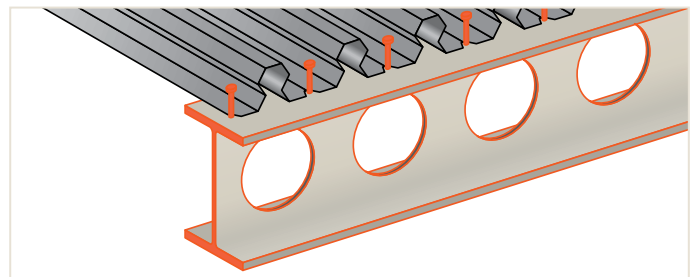
Zusätzlich zu den bereits für den Einsatz von Trägern in Dachkonstruktionen genannten Kriterien ist es wichtig, die Verbundwirkung von Stahl und Beton zu berücksichtigen, um eventuelle Effekte, denen der Beton während des Betonierens und während der Nutzung des Gebäudes ausgesetzt sein könnte, insbesondere Schwinden und Kriechen, zu minimieren.

Die Höhe H_t des Lochstegträgers wird in Abhängigkeit von folgenden Größen definiert:

Abbildung 24a: Angelina®-Verbunddeckenträger



Figure 24b: ACB®- Verbunddeckenträger



1) Spannweite L

Die Spannweite L kann je nach Anwendung zwischen 8 und 30 Metern betragen. Bei Einfeldträgern steht die Betonplatte entlang der gesamten Spannweite unter Druck während es bei Durchlaufträgern zur Rissbildung im Beton über den Zwischenauflagern kommt.

2) Abstand B

Der Abstand zwischen den Trägern hängt von drei Parametern ab:

- Einsatz von Stahlprofilblechen in Verbunddecken
 - B = 2,5 bis 3 m ohne Unterstützung
 - B = 3 bis 5 m mit Unterstützung
- Bei Spannweiten von 5 bis 7 m ohne Unterstützung ist die Verwendung von ArcelorMittal Construction COFRADAL 200/260 die optimale Lösung. Betonplatten bei geringen Spannweiten B = 2,7 bis 7 m mit Stützen je nach Bedarf.
- Zulässige Stärke HT der Decke HT entspricht hierbei der Höhe des Verbundquerschnitts (Höhe H des ACB® Trägers plus Dicke der Betonplatte).

Man sollte die Abstände zwischen den ACB® Trägern unter Beachtung folgender Verhältnisse wählen:

- $L/H_t > 20$: B = 2,5 bis 3 meters
- $L/H_t < 15$: B = 3 bis 5 meters



Géric Thorville, Architectes Ertim/Design-Team

Abbildung 26: Nutzungskomfort

3) Nutzungskomfort

Bei schlanken Deckenkonstruktionen, wie sie in Stahl- und Stahl-Beton-Verbundbauweise hergestellt werden, ist die Gebrauchstauglichkeit häufig bemessungsrelevant. Das Schwingungsverhalten wird hierbei grundsätzlich durch die Akzeptanzklassen [A bis E] definiert, abhängig von der Nutzung der Decke bzw. des Gebäudes.

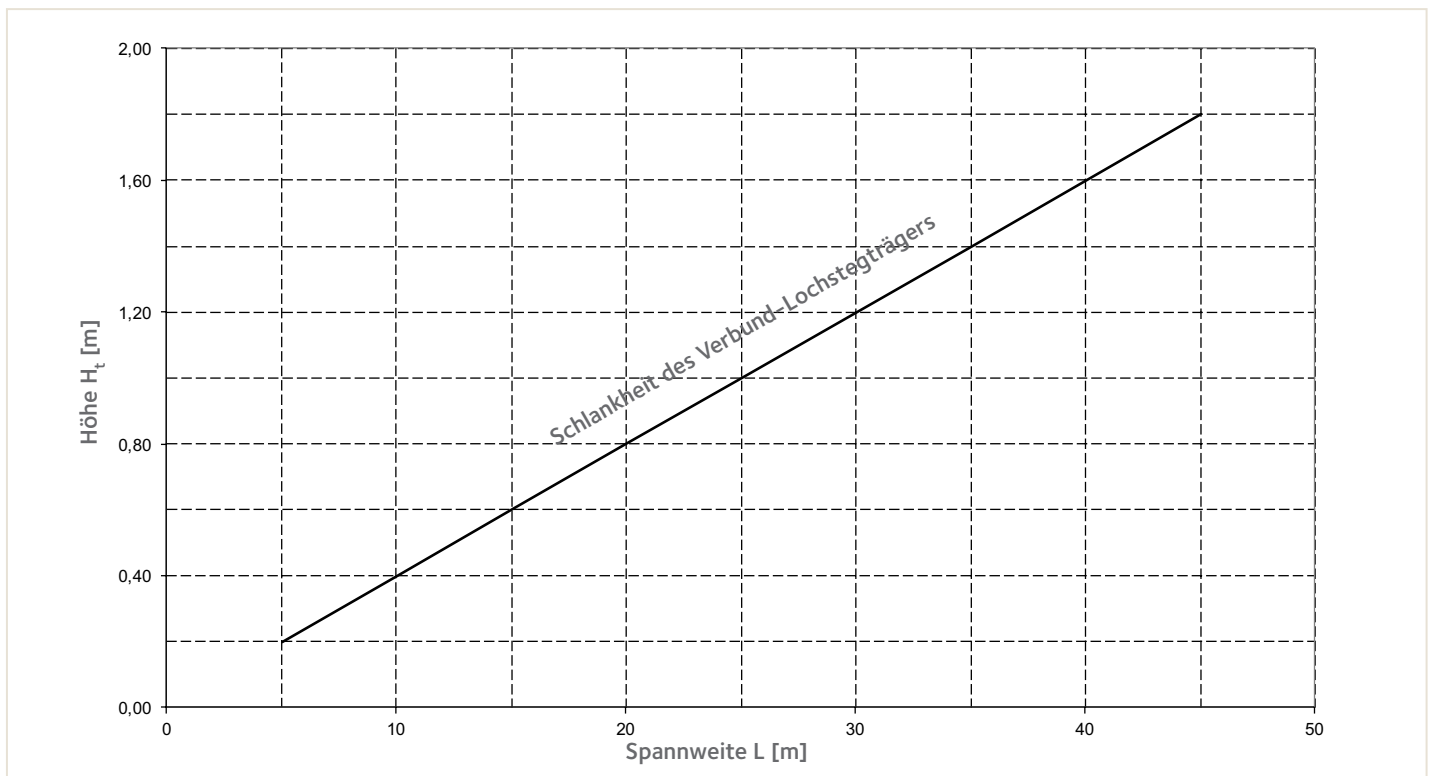
Für weitere Informationen wird verwiesen auf die "Bemessungshilfe zum Nachweis von Deckenschwingungen", welche im Downloadbereich von sections.arcelormittal.com zur Verfügung steht.

6.1.2. Wahl des Durchmessers und des Abstandes der Öffnungen

Die Wahl des Durchmessers und der Abstand der Öffnungen werden üblicherweise durch die Anforderungen für die Durchführung von Leitungen bestimmt. Bei Decken in Bürogebäuden sind Durchmesser zwischen 250 bis 350 mm für die meisten Anwendungsfälle geeignet.

Geringste und grösstmögliche Höhe und Öffnungsabstände sind vom Ausgangsprofil abhängig und bleiben mit den in den vorangegangenen Kapiteln genannten Regeln identisch.

Abbildung 25: Höhe H des ACB® Trägers in Abhängigkeit von der Spannweite



6.2. Bemessung

Zusätzlich zu den in Abschnitt 5 beschriebenen Nachweisen sind für Lochstegträger in Verbundbauweise die nachfolgenden Nachweise zu führen:

- Tragfähigkeit und Verformungen im Bauzustand ohne Mitwirkung des Betons, abhängig von den Betonierbedingungen
- Kopfbolzenwiderstände und Verdübelungsgrad
- Tragfähigkeit und Verformung des Verbundquerschnitts unter Berücksichtigung des Schwindens

Die Vorbemessungsprogramme ACB+ und Angelina (s. Kapitel 9) beinhalten die erforderlichen Bemessungsroutinen.

Zusätzlich sind ab Kapitel 10. Vorbemessungsdiagramme abgebildet, welche eine schnelle Auswahl des erforderlichen Querschnitts ermöglichen.

Ein geschweißter Vollstoß in Trägermitte eines
ACB-Trägers mit veränderlicher Höhe
ermöglicht die Reduzierung der Bauhöhe.

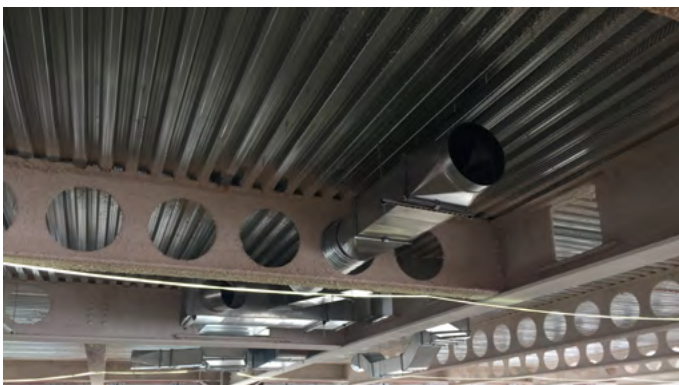


7. Feuerbeständigkeit und Brandschutz

Der inhärente Brandwiderstand von ACB® und ANGELINA®-Lochstegträgern unter Brandeinwirkung nach ETK (Einheitstemperaturkurve) in üblicherweise im Bereich von 15 bis 20 Minuten. Eine R30-Klassifizierung kann oft durch einen gegenüber Bemessung bei Raumtemperatur leicht vergrößerten Querschnitt oder höhere Festigkeiten (z.B. S460) erreicht werden. Bei höheren Anforderungen an den Brandwiderstand kommen i.d.R. Brandschutzanstriche oder Spritzputz zum Einsatz. Bei Verbunddecken kann durch die Berücksichtigung des Membraneffekts die Anzahl der zu schützenden Träger reduziert werden. Zu diesem Zweck wurde die MACS+ Vorbemessungssoftware entwickelt.

Brandschutzmassnahmen können ausserdem vermieden oder reduziert werden durch die Anwendung des Naturbrandkonzepts. Dieses berücksichtigt die tatsächlichen Brandbedingungen wie z.B. Brandlast, Ventilation durch Öffnungen in Dach und Fassade, aktive Brandschutzmassnahmen wie Sprinkler und Brandmeldeanlagen usw. Die zugehörigen Berechnungsmethoden nach EN 1991-1-2 sind in der OZone Software implementiert. Zudem kann eine Schichtdickenoptimierung durchgeführt werden unter Berücksichtigung der kritischen Temperaturen und Massivitäten, die häufig in der ACB+ und Angelina-Vorbemessungssoftware angegeben werden können.

Abbildung 27: Durch Spritzputz brandgeschützte ACB®-Lochstegträger



Der Einsatz von Dämmmaterialien in Verbindung mit Lochstegträgern ist identisch mit dem für Vollwandträger. Die aufzubringende Stärke wird im Allgemeinen mit Hilfe von Diagrammen des Herstellers der Beschichtungsstoffe bestimmt, und zwar für den Versagensfall in Abhängigkeit vom entsprechenden Profilmassfaktor. Diese Schichtdicke kann auch mittels einer numerischen Simulation bestimmt werden. Die Technische Beratung von ArcelorMittal setzt die auf die Berechnung von Lochstegträgern zugeschnittene SAFIR Software ein.

Eine etwas dickere Schutzschicht von 2 bis 3 cm um die Öffnungen erweist sich manchmal als erforderlich, um einen adäquaten Schutz der Öffnungsänder sicherzustellen. Es ist üblich, einen Öffnungsdurchmesser vorzusehen, der 3 bis 5 cm größer ist als derjenige der durchgeführten Leitungen, damit die Schutzschicht am Rand der Öffnungen beim Einbau der technischen Installationen nicht beschädigt wird. Daher muss man beim Durchführen der Leitungskanäle, Rohre oder Zwischendecken überaus vorsichtig vorgehen.

Brandschutzanstriche bestehen meist aus drei Schichten: Grundierung inklusive Korrosionsschutz, Dämmschichtbildner und Deckschicht, die eine uneingeschränkte Farbgebung ermöglicht. Moderne Produktsysteme erreichen eine Widerstandsdauer bis zu 90 Minuten und können werkseitig aufgebracht werden. Dies führt zu Kostenvorteilen und zur Vereinfachung des Bauablaufs.

Zur TGA-Installation ist ein Abstand von 3-5cm zwischen z.B. Lüftungskanälen und den Öffnungsändern empfehlenswert. Dieser Abstand kann zur Vermeidung der Beschädigung des Brandschutzes während der TGA-Installation beitragen.

8. Nachhaltiges Bauen mit Lochstegträgern

Die langfristige Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen in unseren industrialisierten Gesellschaften betrifft auch zu einem großen Teil unsere gestaltete und bebaute Umwelt. Daraus leiten sich die Anforderungen an industrialisierte Bauprozesse ab: einerseits veränderte wirtschaftliche Rahmenbedingungen, wie die Einbeziehung von Lebenszyklusbetrachtungen eines Bauwerks zu berücksichtigen, andererseits interdisziplinäre technologische Umbrüche in den Bauweisen und der gleichrangigen Betrachtung von ökologischen und soziokulturellen Nachhaltigkeitszielen sowie ihrer Vernetzung gerecht zu werden. Die Nachhaltigkeitsziele sind Aspekte:

- ökologischer Natur,
- ökonomischer Prägung,
- im soziokulturellen Bereich,
- technischer Herkunft und
- prozessorientierten Ursprungs.

Diese Ziele weisen eine ganzheitliche Interdependenz wie auch Ambivalenz auf und müssen in sich geschlossene Antworten auf komplexe Fragestellungen ergeben, um den zukünftigen Generationen eine lebenswerte bebaute Umwelt zu hinterlassen.

Technische Aspekte der Nachhaltigkeit

Stahlkonstruktionen aus ACB® Lochstegträgern haben den Vorteil, dass sie hohen Belastungen standhalten und flexibel an Nutzungsänderungen angepasst werden können. Diese robusten Konstruktionen sind in der Lage, diesen Variationen während ihrer Nutzungsdauer gutmütig und ohne Funktionalitätsverlust zu begegnen.

Ökologische Aspekte der Nachhaltigkeit

Aus ökologischer Sicht geht es primär um die Anwendung umweltverträglicher und gesundheitlich unbedenklicher Baustoffe, die Reduzierung von Bauschuttmassen beim Rückbau nach Ende der Nutzung sowie den weitestgehenden Erhalt von bereits in Gebäuden verbauten, stoffgebundenen Energieinhalten, was in ganzheitlicher Betrachtung zu einer idealen Baustoffeffizienz führt.

Zur Dokumentation der Umweltrelevanten Informationen in einem standardisiertem Format, eine EPD (Environmental Product Declaration) in Übereinstimmung mit ISO14025 ist für Baustahl erhältlich ([sections.arcelormittal.com](https://www.sections.arcelormittal.com)).

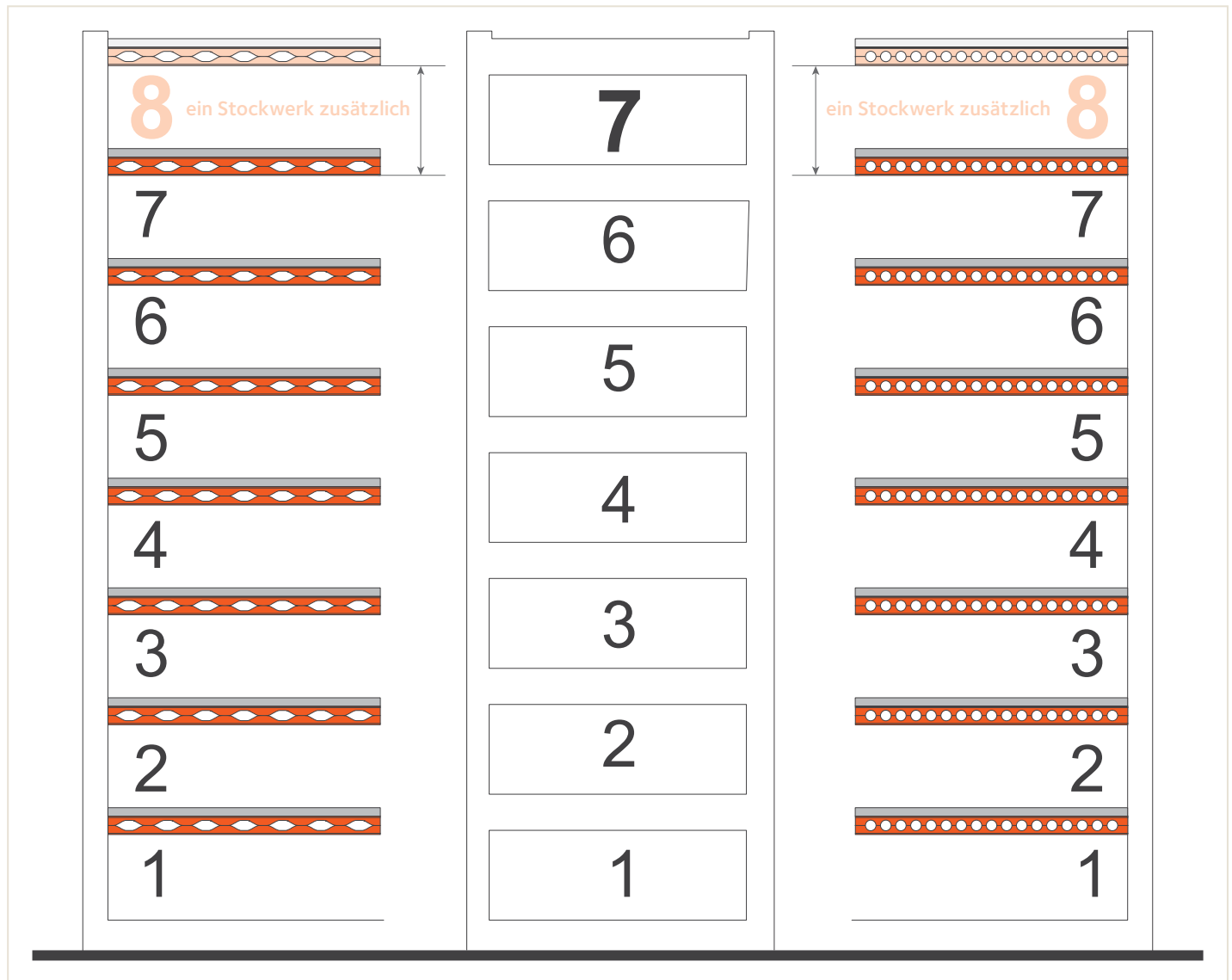
Der für warmgewalzten Profilstahl verwendete Baustoff Stahl weist hier eine hervorragende Stoffeffizienz auf und ist der weltweit am Meisten recycelte Baustoff. Einerseits wird über die moderne Elektrostahlerzeugung zu 100% Schrott als Rohstoff verwertet, andererseits können bereits verbaute Bauteile in späterer sekundärer Weiterverwendung durch Ergänzung oder Umbau wiederverwendet werden.

Darüber hinaus ermöglicht die Elektrostahltechnologie eine deutliche Reduzierung der Lärm-, Partikel-, und CO₂-Emissionen, sowie des Wasser- und Energieverbrauches. ACB® Lochstegträger von ArcelorMittal ermöglichen die Integration der technischen Gebäudeausrüstung in der Trägerebene und die Optimierung der Profilquerschnitte durch geringeren Materialeinsatz. Diese Träger sind sehr umweltfreundlich, sie benötigen nur ein Minimum an Material und sind sehr schlank und leicht. Für einen geraden Lochstegträger fallen ca. 25% geringere CO₂-Emissionen verglichen mit einem äquivalentem Vollwandträger an.

Prozessorientierte Aspekte der Nachhaltigkeit

Durch Flexibilität, Leichtigkeit und Wirtschaftlichkeit bietet der Stahlbau eine Vielzahl an Vorteilen. Als Haupttragelemente werden Walzträger eingesetzt. Diese stehen kostengünstig, in großen Mengen und in einer großen Abmessungspalette industriell mit hoher Qualität gefertigt zur Verfügung. Durch z.B. lange Lieferlängen können die ACB® Lochstegträger als einbaufertige Bauteile direkt zur Baustelle geliefert werden, wobei die Qualitätskontrolle bereits im Werk erfolgt. Daraus resultieren kleinere Baustelleneinrichtungen bei reduzierter Lärmbelastung und verringerter Staubeentwicklung; typische Merkmale für den Stahlbau. Stahlkonstruktionen mit ACB® Lochstegträgern können die Bauzeit maßgeblich verkürzen. Folglich sind die Aufwendungen für Logistik und Lagerhaltung geringer.

Zusätzliches Niveau durch ACB®- und Angelina®-Träger



Angelina® bietet den 8. Stock
für die gleiche Höhe

Traditionelles
Betongebäude

ACB® bietet den 8. Stock
für die gleiche Höhe

Ökonomische Aspekte der Nachhaltigkeit

In diesem Sinne stehen für die Investoren zunächst die Verminderung der Investitionskosten, die Optimierung der Betriebskosten sowie die Berücksichtigung einer möglichst langen Lebensdauer bei gleichzeitig möglichst hoher Umnutzungsflexibilität im Vordergrund.

Der für warmgewalzten Profilstahl verwendete Baustoff Stahl eröffnet den Architekten und Tragwerksplanern hier ungeahnte Möglichkeiten, um diesen Anforderungen der Investoren gerecht zu werden, indem hohe Qualität, Funktionalität, Ästhetik, leichte und schnelle Bauweise eine ganzheitliche Symbiose bilden. Der Entwurf schlanker und leichter Stahlkonstruktionen mit geringen Querschnittshöhen verringert die erforderlichen Erdarbeiten für Fundamente und führt zu geringeren Fassadenflächen sowie ein vermindertes Heiz- oder Kühlvolumen durch geringere Bau- und Raumhöhen. Materialverbrauch, Fertigungsaufwand, Transportbedarf und letztendlich Bau- und Unterhaltskosten werden minimiert durch den Einsatz von ACB® Lochstegträgern. Kurze Bauzeiten

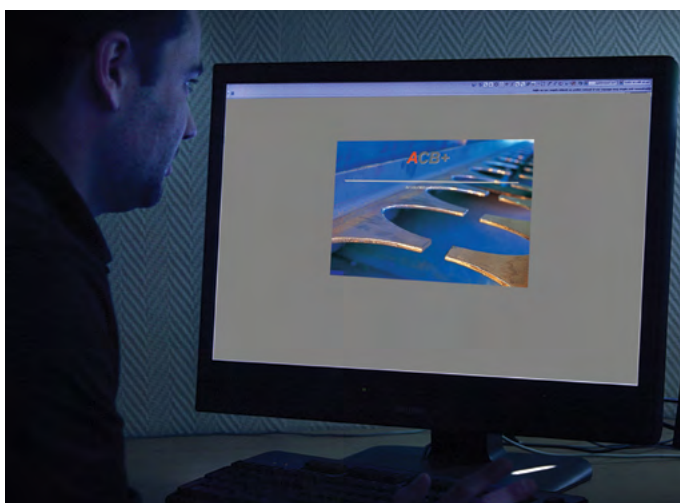
verringern anfallende Nutzerkosten aus dem Bauablauf und führen zu einer schnelleren Rentabilität des investierten Kapitals. Ausschreibungen, in denen die Lebenszykluskosten eingeschlossen sind, zeigen die ganzheitliche Konkurrenzfähigkeit von Lösungen bei Verwendung von ACB® Lochstegträgern für Stahl- und Verbundkonstruktionen. Solche Konstruktionen sind zudem flexibel und kostengünstig an veränderte Anforderungen anzupassen.

Soziokulturelle Aspekte der Nachhaltigkeit

Auch hier bietet der für warmgewalzte Profile verwendete Baustoff Stahl dem Anwender in seiner elementierten Bauweise eine hohe Transparenz und Schlankheit des Bauwerks bei gleichzeitig hoher Tragfähigkeit und Tragsicherheit. Die Nutzer und deren gesellschaftliches Umfeld bewegen sich in einem baubiologisch reinen Umfeld, denn verbauter Stahl gibt keine gefährlichen Stoffe an die Umwelt ab und stellt somit keine Gesundheitsgefahr für Lebewesen dar.



9. Vorbemessungssoftware



ACB+ (ArcelorMittal Cellular Beams) oder Angelina sind Vorbemessungsprogramme für Lochstegträger mit kreis- oder sinusförmigen Öffnungen.

Verschiedene Konfigurationen von ACB® Lochstegträgern wie gerader Verbund- oder Stahlträger mit konstanter Höhe, einseitig oder beidseitig geneigte Träger, gekrümmte Träger und gerade oder geneigte Kragträger sind enthalten.



Angelina-Lochstegträger können als gerader Verbund- oder Stahlträger mit konstanter Höhe konfiguriert werden.

Die Software ist erhältlich in Deutsch, Englisch, Französisch und Spanisch.



Die ACB+ Software führt die Widerstandsnachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Querschnittswiderstand, Stabilitätsnachweise, Biegedrillknicken) nach den Prinzipien von Eurocode 3 und 4 (EN1993 und EN1994) durch und berechnet die Verformungen und Eigenfrequenzen im Gebrauchszustand.

ACB+ und Angelina enthalten die Querschnittsreihen des ArcelorMittal Verkaufsprogramms. Bitte besuchen Sie unsere Homepage zum Download und für regelmässige Programmupdates: sections.arcelormittal.com

10. Vorbemessungsdiagramme für Lochstegträger

Die Vorbemessungsdiagramme sind unter Berücksichtigung der in den Kapiteln 5.2 bzw. 6.2 definierten charakteristischen Werte ermittelt.

Eine vollständige Auswahl der untersuchten Kombinationen ist auf unserer Website unter sections.arcelormittal.com/ verfügbar.

Die Vorbemessungsdiagramme für Dach- und Deckenkonstruktionen mit und ohne Verbund wurden vormals durch die Landesstelle für Bautechnik der Landesdirektion Leipzig typgeprüft.

Die Dokumente der Typenprüfung sind auf unserer Website unter sections.arcelormittal.com/ (Artikel und Veröffentlichungen) erhältlich.

Es werden 3 Kategorien von Diagrammen vorgestellt:

Vorbemessungsdiagramme für Dachkonstruktionen Stahlgüte S355

Für diese Anwendung ist ein Abstand der Öffnungen von $S = 1,25 a_0$ optimal.

Bei den aufgeführten Querschnitten handelt es sich um IPE-Profile bei geringen Lasten, HEA-Profile bei mittleren Lasten sowie HEB und HEM-Profile bei großen Lasten sowie für Fälle, bei denen eine Begrenzung der Gesamthöhe H berücksichtigt werden muss.

Vorbemessungsdiagramme für Deckenkonstruktionen Stahlgüten S355 und S460.

Für diese Diagramme ist ein Abstand der Öffnungen von $S = 1,5 a_0$ optimal.

Bei den aufgeführten Querschnitten handelt es sich um IPE-Profile bei geringen Lasten, HEA-Profile bei mittleren Lasten sowie HEB und HEM-Profile bei großen Lasten sowie für Fälle, bei denen eine Begrenzung der Gesamthöhe H berücksichtigt werden muss.

Vorbemessungsdiagramme für Decken in Verbundkonstruktionen Stahlgüten S355 und S460.

Für diese Diagramme ist ein Abstand der Öffnungen von $S = 1,5 a_0$ optimal.

Die aufgeführten Möglichkeiten hängen von den aufgebrachten Lasten ab.

Lochsteg-Verbunddeckenträger

Die Diagramme wurden entwickelt für die Stahlsorten S355 und HISTAR®460 und Beton der Festigkeitsklasse C30/37.

Annahmen:

- Verbunddeckendicke 120mm mit einem Eigengewicht von $2,12 \text{ kN/m}^2$ (212 kg/m^2)
- Spannweite der Verbunddecke 3,00m
- Voller Verbund
- Im Bauzustand wird der Verbundträger vollständig unterstützt und gegen Biegedrillknicken gesichert
- Durchbiegungsbegrenzung auf $L/180$ (ACB®) bzw. $L/200$ (Angelina®)

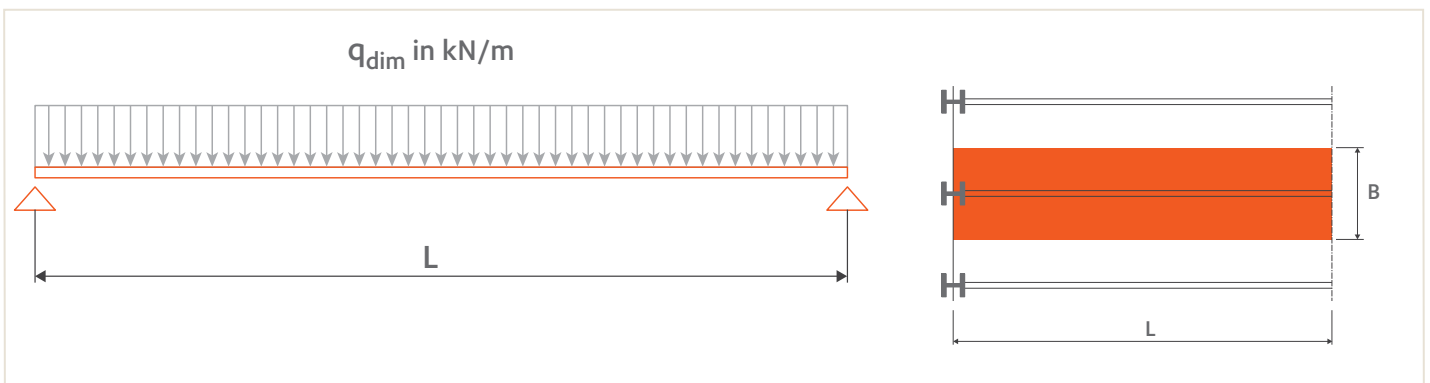
Lochsteg-Verbunddeckenträger (Diagramm 19 bis 27)

Die Diagramme wurden entwickelt für die Stahlsorten S355 und HISTAR®460 und Beton der Festigkeitsklasse C30/37

Grundlagen:

- Die Öffnungen wurden so gewählt, dass $a_0 = s$
- Stegpfosten der Angelina-Träger w gewählt zu 200 mm oder 250 mm
- Für die Diagramme mit Verbunddecke Cofraplus 60 wurde eine Dicke von 120 mm gewählt mit einem Eigengewicht von $2,12 \text{ kN/m}^2$ (212 kg/m^2), Deckenspannweite 3 m senkrecht zur Trägerrichtung
- Für die Diagramme mit Cofradal 200 Deckensystem wurde ein Eigengewicht von $2,00 \text{ kN/m}^2$ definiert und eine Deckenspannweite von 6 m

Figure 29: Bemessungslast



- Für Cofradal 200 wurde eine mittragende Breite von 1 m angenommen und eine Betondruckzonenhöhe von 20 cm
- Vollständige Verdübelung wurde vorausgesetzt
- Die Verbunddeckenträger wurden als im Bauzustand unterstützt und seitlich gehalten angesehen
- Die Durchbiegung unter Berücksichtigung des Schwindens des Betons wurde auf $L/200$ begrenzt.

Bemessungslast

Die Bemessungslast q_{dim} in kN/m ist projektspezifisch und ist mit der Grenzlast q_u aus den Vorbemessungsdiagrammen zu vergleichen.

Diese Grenzlast berücksichtigt die Tragfähigkeits- (ULS) und Gebrauchstauglichkeitskriterien (SLS). Zum Vergleich von Grenzlast und Bemessungslast kann folgende Gleichung verwendet werden:

$$q_{dim} = (1,35 G + 1,5 Q) B$$

Dabei ist :

- B = Trägerabstand [m],
- G = Ständige Last [kN/m²],
- Q = Verkehrslast [kN/m²].

Anwendung der Vorbemessungsdiagramme:

Fall 1, Bemessungslast q_{dim} und Spannweite L sind bekannt: q_{dim} wird zu q_u gesetzt und der Schnittpunkt von q_u und L kann im Diagramm lokalisiert werden. Der Querschnitt der die Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitskriterien erfüllt liegt in der Kurve rechts von diesem Schnittpunkt. Mit der Kurvenbezeichnung (z.B. A, B, C usw.) kann in der zugehörigen Tabelle der Querschnitt abgelesen werden. In der Tabelle sind auch die Abmessungen der Öffnungen enthalten, die zur Berechnung der Kurve verwendet wurden. Die Geometrie der Öffnungen sollte auf Übereinstimmung mit den Projektanforderungen überprüft werden.

Fall 2, Querschnitt und Spannweite L sind bekannt: Im zugehörigen Vorbemessungsdiagramm kann die entsprechende Kurve (A, B, C usw.) bis zum Schnittpunkt mit der Spannweite verfolgt werden. Es ist zu überprüfen, dass die zugehörige Grenzlast grösser als die Bemessungslast ist $q_u \geq q_{dim}$.

Fall 3, : Querschnitt und Bemessungslast sind bekannt: Im zugehörigen Vorbemessungsdiagramm kann die entsprechende Kurve (A, B, C usw.) bis zum Schnittpunkt mit der Bemessungslast verfolgt werden. Der Schnittpunkt gibt die maximale Spannweite für diesen Querschnitt an.

Vorbemessungsbeispiel:

Träger A soll als Angelina®-Verbunddeckenträger mit einer Spannweite von 16,0 m und einem Trägerabstand von 3,0 m ausgeführt werden.

Aus architektonischen Gründen ist die Konstruktionshöhe auf 700 mm begrenzt. Dies erlaubt eine maximale Trägerhöhe von 580mm bei einer Verbunddeckendicke von 120 mm.

Grundlagen:

- Deckendicke 12 cm
- Betonfestigkeitsklasse C30/37
- Verbunddecke mit 60 mm hohen Verbunddeckenblechen

Lastannahmen:

$$q_{\text{dim}} = (1.35 G + 1.5 Q) B$$

mit

$$G = g_{\text{Angelina}} + g_{\text{slab}} + g_2$$

Das Eigengewicht der Angelina®-Träger ist zu 1,0 kN/m angenommen, hier äquivalent zu 0,33kN/m².

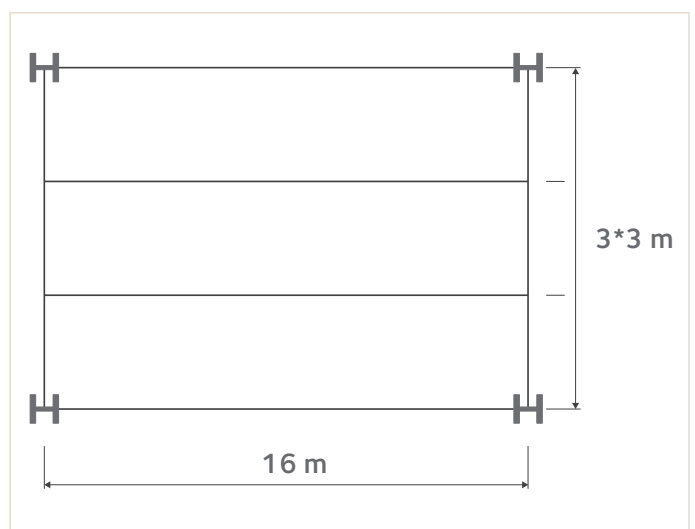
Das Eigengewicht einer Verbunddecke mit 12 cm Dicke ist angenommen zu 2,12 kN/m²

Ausbaulast $g_2 = 1,0 \text{ kN/m}^2$

Verkehrslast $Q = 6,0 \text{ kN/m}^2$

Die Bemessungslast ist:

$$q_{\text{dim}} = (1,35 \times (2,12 + 0,33 + 1) + 1,5 \times 6) \times 3 = 41 \text{ kN/m}$$

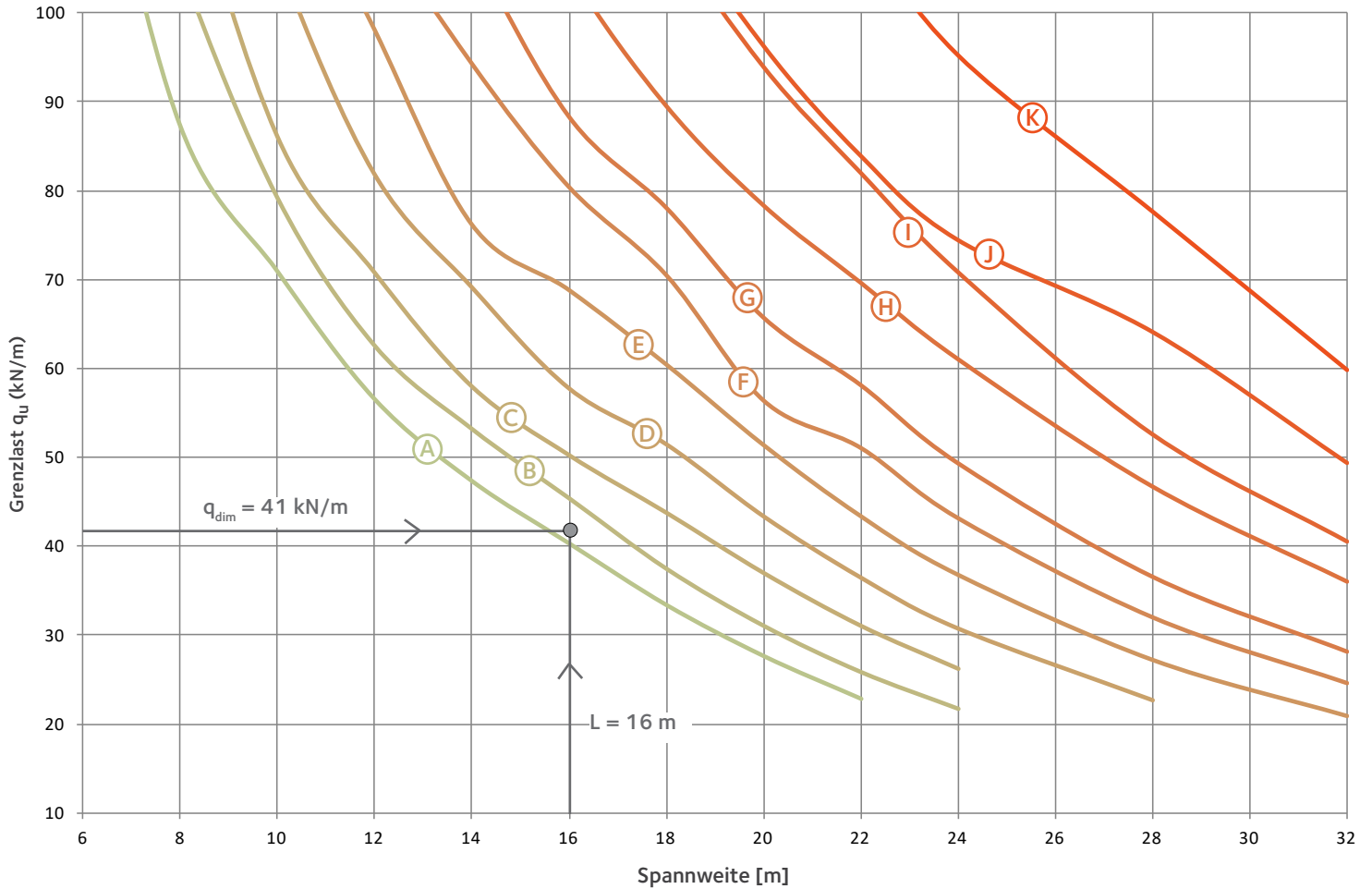


Abhängig von Spannweite und Belastung kann der erforderliche Querschnitt mithilfe der Vorbemessungsdiagramme ermittelt werden. Durch die Begrenzung der Trägerhöhe auf 580mm wird ein Breitflanschträger als Ausgangsprofil erforderlich. Gewählt wird ein HEB in S355 und im Diagramm wird für die gegebene Spannweite und Belastung Kurve B als mögliche Lösung identifiziert.

Das erforderliche Profil ist HE 320 B mit $H_t = 487,5 \text{ mm}$ und $a_o = 335 \text{ mm}$.

Diese Vorauswahl kann in die Angelina-Software eingegeben werden, um die Randbedingungen und Ergebnisse zu verfeinern und die Vorbemessungen für die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit durchzuführen.

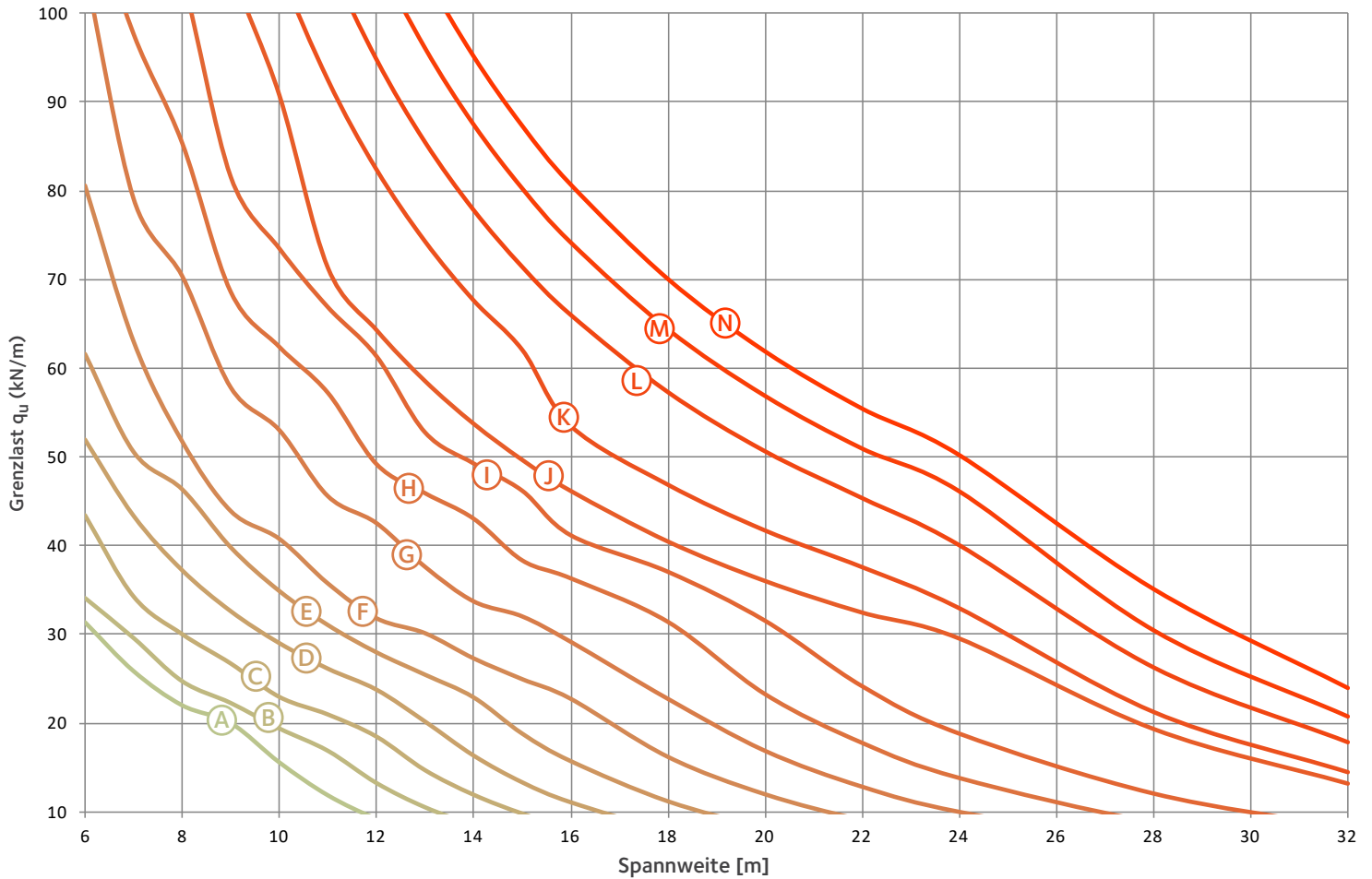
Diagramm: Angelina®-Verbundträger, Ausgangsprofil HEB, S355 mit Cofraplus 60



Profil	Abmessungen (mm)					Grenzlast q_u [kN/m] abhängig von der Spannweite [m]												
	a_0	w	s	e	H_t	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	28	32	
Ⓐ	HE 300 B	315	250	315	1130	457,5	129,3	87,5	71,0	56,6	47,4	40,4	33,5	27,7	22,9			
Ⓑ	HE 320 B	335	250	335	1170	487,5	138,5	105,6	79,3	62,6	53,3	45,4	37,5	31,1	25,9	21,7		
Ⓒ	HE 360 B	380	300	380	1360	550		120,6	86,2	70,8	58,0	50,3	43,8	37,0	31,0	26,2		
Ⓓ	HE 400 B	420	300	420	1440	610		137,9	106,4	81,9	69,1	57,7	51,4	43,3	36,4	30,7		
Ⓔ	HE 450 B	475	300	475	1550	687,5		151,5	120,9	98,1	76,2	68,8	60,4	51,3	43,3	36,7		
Ⓕ	HE 500 B	525	300	525	1650	762,5			132,4	111,1	94,3	80,4	70,5	56,4	51,1	43,2		
Ⓖ	HE 550 B	580	300	580	1760	840				130,6	107,7	88,4	78,1	65,7	58,1	49,4	12,6	
Ⓗ	HE 650 B	680	300	680	1960	990				153,2	125,4	104,8	89,5	78,3	69,6	61,0	16,2	11,0
Ⓘ	HE 700 B	730	300	730	2060	1065					154,9	130,7	109,8	94,0	82,0	70,9	20,2	13,7
Ⓙ	HE 800 B	780	300	780	2160	1190						136,3	112,6	96,3	83,9	74,4	25,2	17,1
Ⓚ	HE 900 B	830	350	830	2360	1315							155,9	128,6	109,9	95,2	31,9	21,8

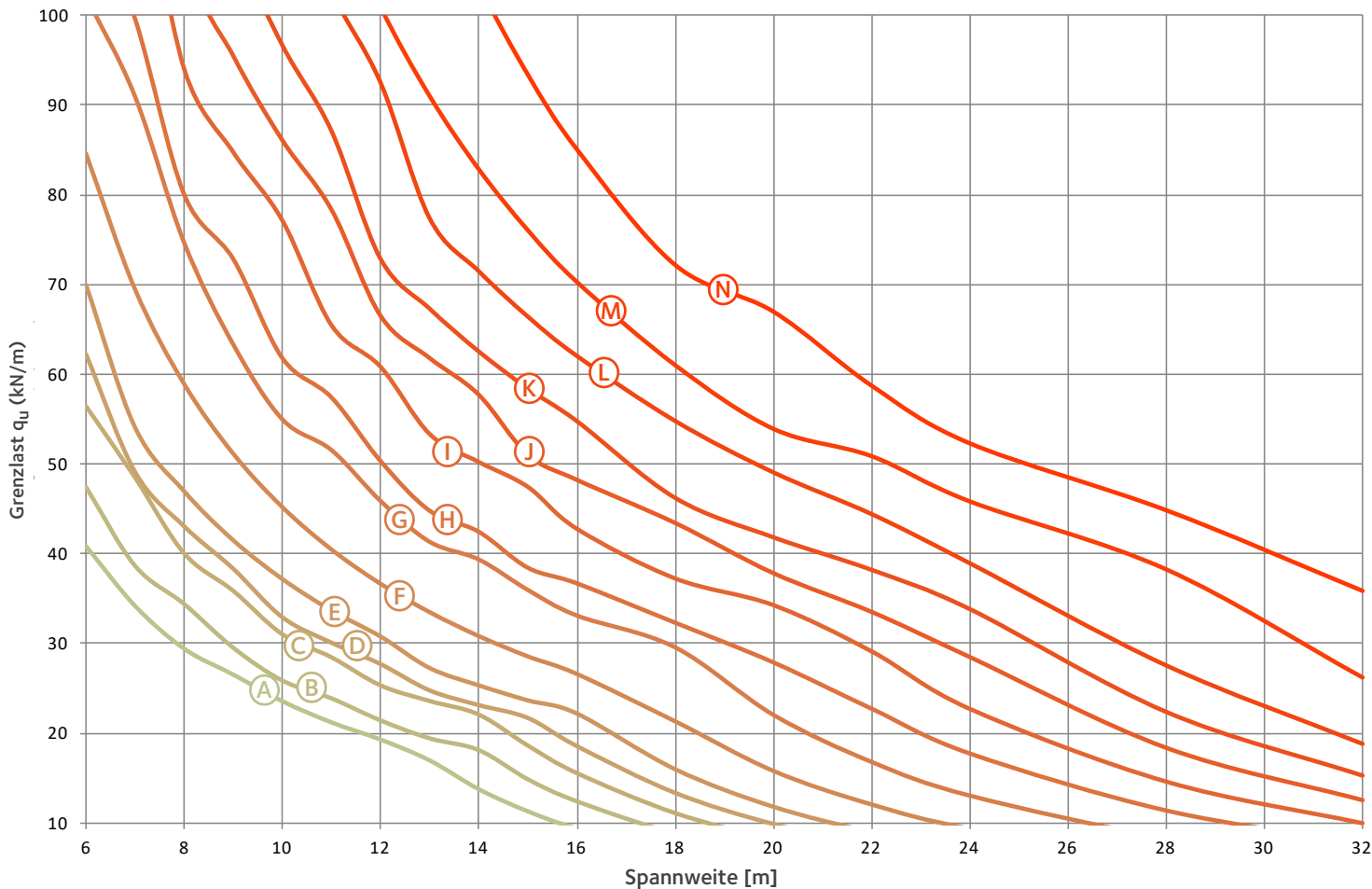
11. Vorbemessungsdiagramme ACB®

Diagramm 1: ACB® ohne Verbund, Ausgangsprofil IPE, S355, $e=1.25 a_0$



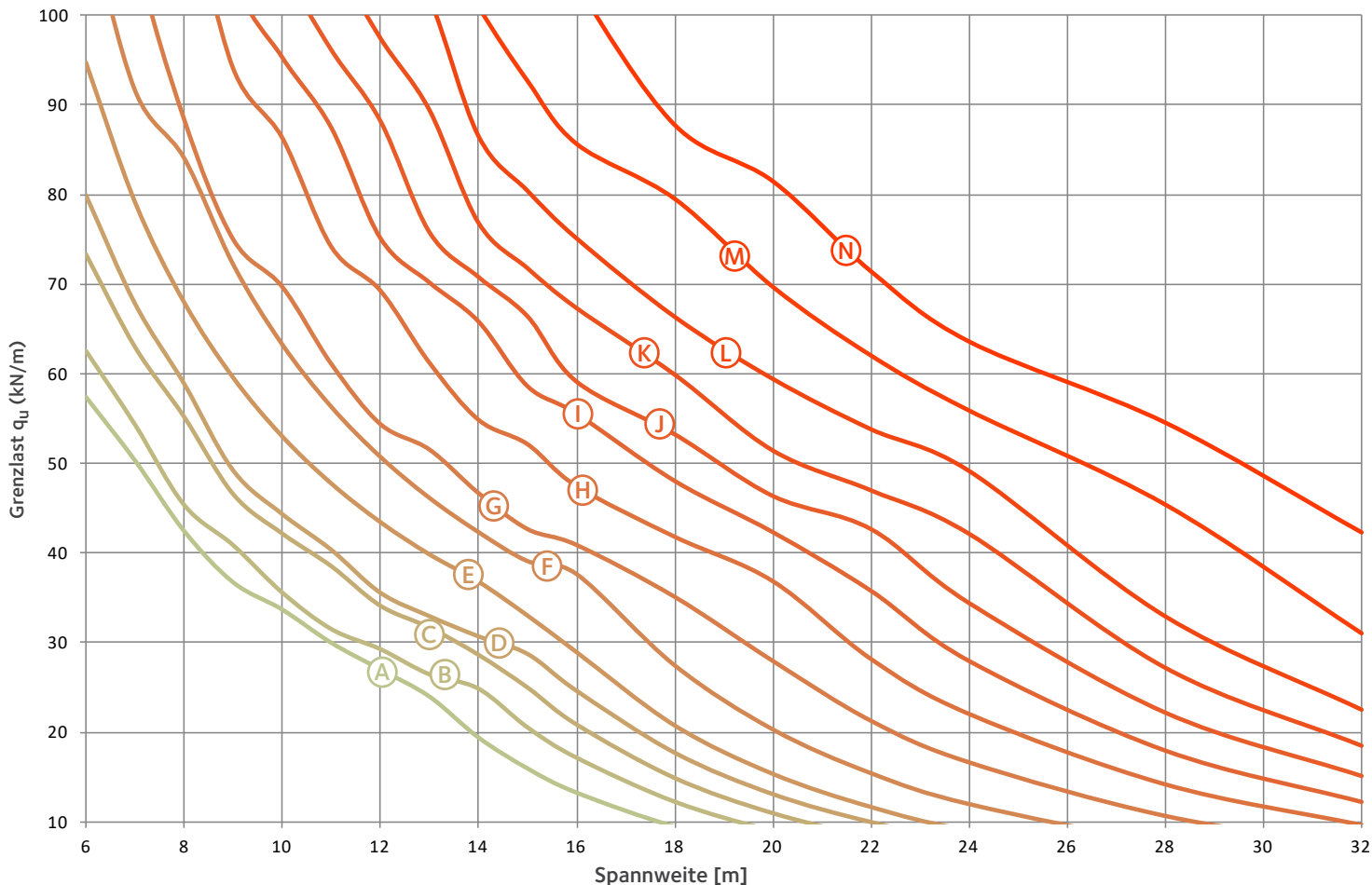
Profil	Abmessungen (mm)				Grenzlast q_u [kN/m] abhängig von der Spannweite [m]																	
	a_0	w	e	H_t	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	28	32	
Ⓐ	IPE 270	285	75	360	399	31,4	25,9	22,1	20,1	15,6	11,9											
Ⓑ	IPE 300	315	75	390	445	34,2	29,6	24,8	22,3	19,4	16,9	13,2	10,5									
Ⓒ	IPE 330	345	85	430	489	43,4	34,2	30,0	26,7	22,9	20,9	18,4	14,6	11,9								
Ⓓ	IPE 360	380	100	480	535	52,0	43,4	37,3	32,7	29,1	26,2	23,8	20,2	16,4	13,4	11,1						
Ⓔ	IPE 400	420	110	530	594	61,6	50,5	46,3	39,8	34,9	31,0	28,0	25,4	22,9	18,8	15,7	11,2	8,2				
Ⓕ	IPE 450	475	115	590	672	80,6	63,0	51,7	43,9	40,8	35,7	31,8	30,1	27,3	24,9	22,7	16,2	12,0				
Ⓖ	IPE 500	525	135	660	745		79,2	70,5	57,9	53,1	45,6	42,6	37,6	33,7	32,0	29,2	22,7	16,9	12,8			
Ⓗ	IPE 550	580	150	730	822		97,7	85,4	68,6	62,4	57,2	49,2	45,9	43,1	38,4	36,3	31,4	23,3	17,8	13,8		
Ⓘ	IPE 600	630	160	790	896				81,6	73,5	66,9	61,3	52,7	49,2	46,2	41,1	37,0	31,5	24,1	18,8	12,0	
Ⓙ	IPE 750 x 134	785	196,2	981,2	1122					90,8	71,3	64,3	58,5	53,7	49,6	46,1	40,4	36,0	32,4	29,5	19,3	13,1
Ⓚ	IPE 750 x 147	790	197,5	987,5	1127						92,5	82,4	74,3	67,6	62,1	53,5	46,9	41,7	37,6	32,9	21,2	14,4
Ⓛ	IPE 750 x 173	795	198,7	993,7	1139							94,8	85,5	77,8	71,4	66,0	57,3	50,6	45,3	40,0	26,3	17,8
Ⓜ	IPE 750 x 196	800	200	1000	1149								96,1	87,5	80,3	74,2	64,4	56,9	51,0	46,2	30,5	20,8
Ⓝ	IPE 750 x 220	805	201,2	1006,2	1160									95,2	87,3	80,7	70,1	61,9	55,4	50,2	35,1	24,0

Diagramm 2: ACB® ohne Verbund, Ausgangsprofil HEA, S355, $e=1.25 a_0$



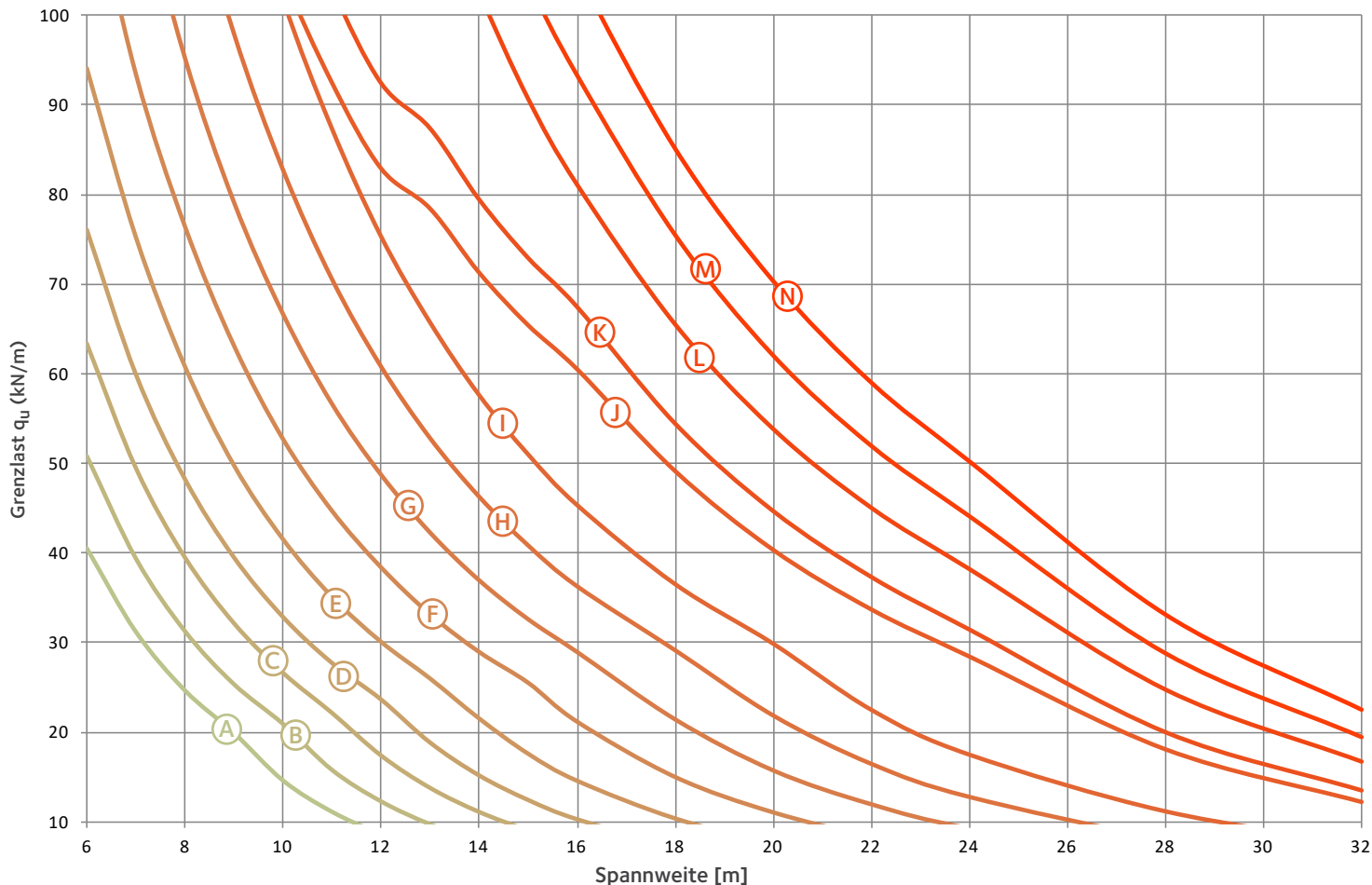
Profil	Abmessungen (mm)				Grenzlast q_u [kN/m] abhängig von der Spannweite [m]																	
	a_0	w	e	H_t	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	28	32	
Ⓐ	HE 280 A	285	75	360	399	40,9	34,2	29,4	26,6	23,6	21,2	19,3	17,0	13,8	11,3							
Ⓑ	HE 300 A	305	75	380	430	47,4	38,7	34,4	29,5	25,9	23,9	21,4	19,5	18,1	14,9	12,4						
Ⓒ	HE 320 A	325	85	410	459	56,4	48,4	40,0	35,8	31,0	28,4	25,3	23,6	22,0	18,6	15,5	11,1					
Ⓓ	HE 340 A	345	85	430	489	62,3	49,1	43,1	38,3	32,9	30,1	27,7	24,7	23,1	21,7	18,5	13,3					
Ⓔ	HE 360 A	370	90	460	521	70,0	54,1	46,9	41,5	37,2	33,6	30,7	27,2	25,3	23,6	22,2	15,9	11,8				
Ⓕ	HE 400 A	410	100	510	581	84,6	69,5	58,9	51,2	45,2	40,5	36,7	33,5	30,9	28,6	26,6	21,4	15,8	12,1			
Ⓖ	HE 450 A	460	120	580	654		91,0	74,7	63,4	55,0	51,6	45,9	41,4	39,4	36,0	33,2	29,6	22,1	16,9	13,1		
Ⓗ	HE 500 A	515	125	640	732		99,6	80,1	72,9	61,8	57,5	50,4	44,8	42,5	38,5	36,7	32,4	27,9	22,8	17,8	11,4	
Ⓘ	HE 550 A	565	145	710	805			94,0	84,7	77,1	65,4	60,8	53,3	50,2	47,4	42,7	37,2	34,2	29,1	22,7	14,6	
Ⓙ	HE 600 A	620	160	780	881				95,5	86,1	78,4	66,5	61,8	57,7	51,0	48,2	43,4	37,8	33,5	28,4	18,3	12,5
Ⓚ	HE 650 A	670	170	840	956					96,8	87,2	72,9	67,4	62,6	58,5	54,9	46,3	41,9	38,3	33,9	22,5	15,3
Ⓛ	HE 700 A	725	185	910	1032							92,6	77,4	71,5	66,5	62,1	54,8	49,1	44,5	39,0	27,6	18,8
Ⓜ	HE 800 A	830	210	1040	1183								91,0	82,9	76,1	70,3	61,0	53,9	50,9	45,8	38,3	26,2
Ⓝ	HE 900 A	935	235	1170	1334										93,4	85,1	72,2	67,0	58,8	52,3	44,9	35,9

Diagramm 3: ACB® ohne Verbund, Ausgangsprofil HEB, S355, $e=1.25 a_0$



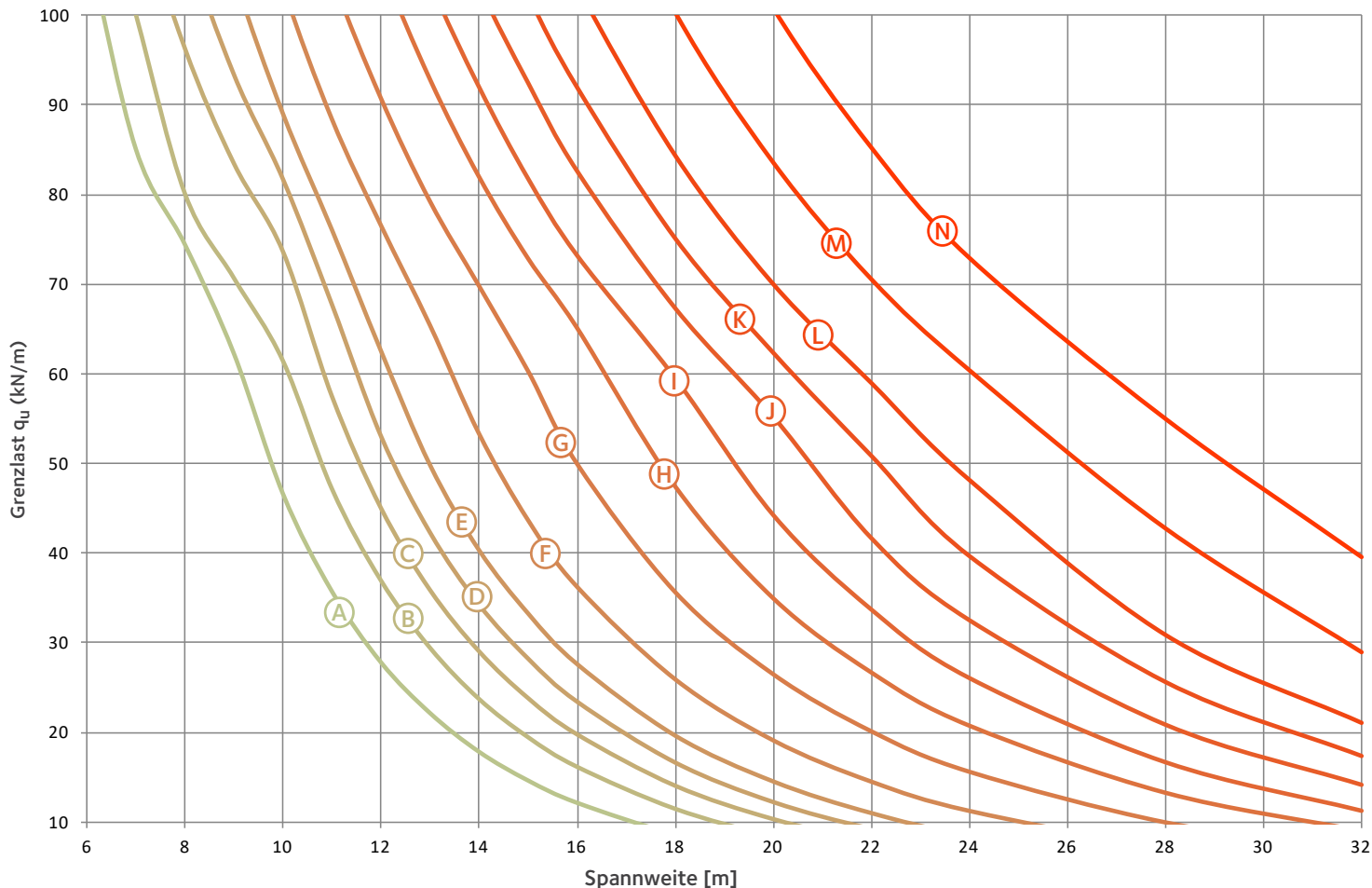
Profil	Abmessungen (mm)				Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]																	
	a_0	w	e	H_t	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	28	32	
Ⓐ	HE 280 B	295	75	370	414	57,5	50,4	42,5	36,8	33,7	30,0	27,0	24,0	19,4	16,0	13,3						
Ⓑ	HE 300 B	315	75	390	445	62,6	54,4	45,4	40,9	35,6	31,6	29,3	26,5	24,9	20,6	17,2	12,3					
Ⓒ	HE 320 B	335	85	420	474	73,4	63,1	55,3	46,7	42,2	38,6	34,2	31,8	28,7	25,1	20,9	15,0	11,0				
Ⓓ	HE 340 B	355	85	440	504	80,0	67,9	58,9	49,2	44,3	40,4	35,6	32,9	30,7	28,7	24,6	17,7	13,1				
Ⓔ	HE 360 B	380	100	480	535	94,8	79,2	68,1	59,6	53,1	47,8	43,5	39,9	36,9	33,1	29,0	20,8	15,4	11,7			
Ⓕ	HE 400 B	420	110	530	594		91,8	84,2	72,3	63,4	56,4	50,8	46,3	42,4	39,2	37,7	27,5	20,4	15,5	12,1		
Ⓖ	HE 450 B	475	115	590	672			88,5	75,1	69,8	61,1	54,4	51,6	46,7	42,7	40,9	35,1	28,0	21,3	16,6	10,6	
Ⓗ	HE 500 B	525	135	660	745				94,1	86,4	74,2	69,3	61,2	54,9	52,1	47,4	41,8	36,8	28,1	22,0	14,1	
Ⓘ	HE 550 B	580	150	730	822					95,3	87,5	75,1	70,2	65,8	58,6	55,5	48,0	42,3	35,8	27,9	17,9	12,2
Ⓙ	HE 600 B	630	160	790	896						96,2	88,2	75,8	70,8	66,4	59,1	53,3	46,4	42,7	34,4	22,2	15,1
Ⓚ	HE 650 B	685	175	860	973							97,5	89,5	76,9	71,8	67,4	59,9	51,5	47,0	42,2	27,2	18,5
Ⓛ	HE 700 B	735	185	920	1047									86,5	80,4	75,1	66,3	59,4	53,8	49,1	32,9	22,5
Ⓜ	HE 800 B	840	210	1050	1198										92,7	85,7	79,5	69,7	62,0	55,9	45,4	31,0
Ⓝ	HE 900 B	945	235	1180	1349												87,8	81,5	71,5	63,6	54,6	42,3

Diagramm 4: ACB® ohne Verbund, Ausgangsprofil IPE, S355, $e=1.5 a_0$



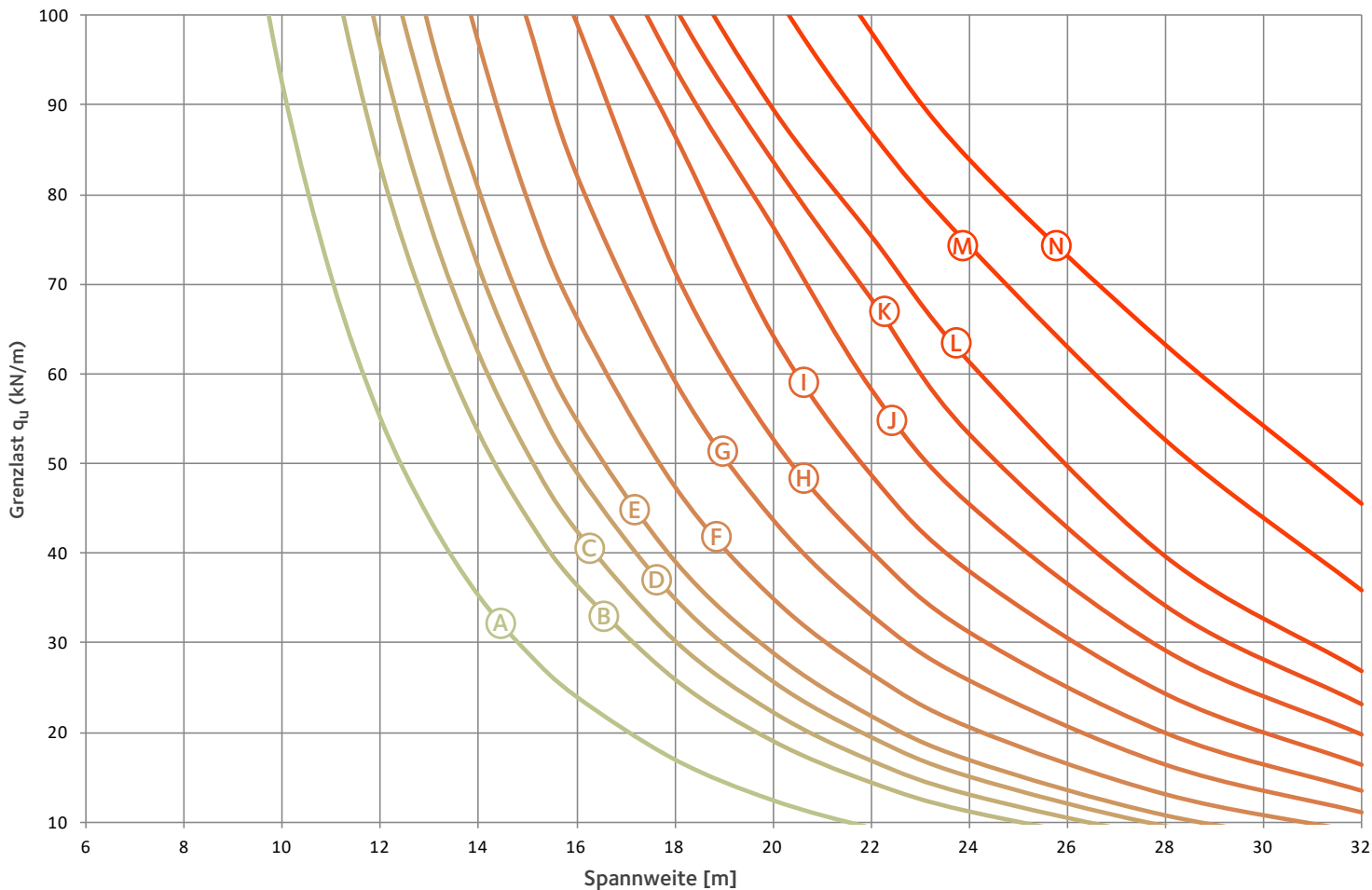
Profil	Abmessungen (mm)				Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]																	
	a_0	w	e	H_t	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	28	32	
Ⓐ	IPE 270	285	140	425	385	40,5	31,2	24,7	19,9	14,6	11,1											
Ⓑ	IPE 300	315	155	470	428	50,9	39,5	31,4	25,4	21,0	15,9	12,3										
Ⓒ	IPE 330	345	170	515	471	63,3	49,4	39,5	32,1	26,6	22,1	17,4	13,8	11,1								
Ⓓ	IPE 360	380	190	570	515	76,1	60,0	48,3	39,5	32,9	27,8	23,7	18,9	15,2	12,5	10,3						
Ⓔ	IPE 400	420	210	630	573	94,2	75,3	60,9	49,8	41,6	35,1	30,1	26,0	21,5	17,6	14,6	10,4					
Ⓕ	IPE 450	475	235	710	647		93,5	76,5	63,2	52,8	44,7	38,4	33,2	29,0	25,6	21,2	15,0	11,1				
Ⓖ	IPE 500	525	260	785	719			95,3	79,2	66,7	56,6	48,7	42,3	36,9	32,6	28,9	21,4	15,7	11,9			
Ⓗ	IPE 550	580	285	865	793				98,1	82,9	70,6	60,9	52,9	46,4	40,9	36,4	29,2	21,9	16,5	12,8		
Ⓘ	IPE 600	630	310	940	865						87,4	75,3	65,7	57,6	51,0	45,3	36,5	29,9	22,5	17,5	11,1	
Ⓙ	IPE 750 x 134	755	392,5	1147,5	1081						92,5	83,0	78,5	71,3	65,5	60,6	49,2	40,4	33,8	28,5	18,1	12,3
Ⓚ	IPE 750 x 147	755	395	1150	1086							92,5	87,5	79,5	73,0	67,5	54,5	44,7	37,4	31,5	20,1	13,6
Ⓛ	IPE 750 x 173	765	397,5	1162,5	1097									90,7	81,1	65,5	53,9	45,1	38,2	24,8	16,7	
Ⓜ	IPE 750 x 196	770	400	1170	1107										93,4	75,5	62,1	52,0	44,2	28,9	19,5	
Ⓝ	IPE 750 x 220	780	402,5	1182,5	1118												85,2	70,4	59,1	50,3	33,2	22,6

Diagramm 5: ACB® ohne Verbund, Ausgangsprofil HEB, $e=1.5 a_0$



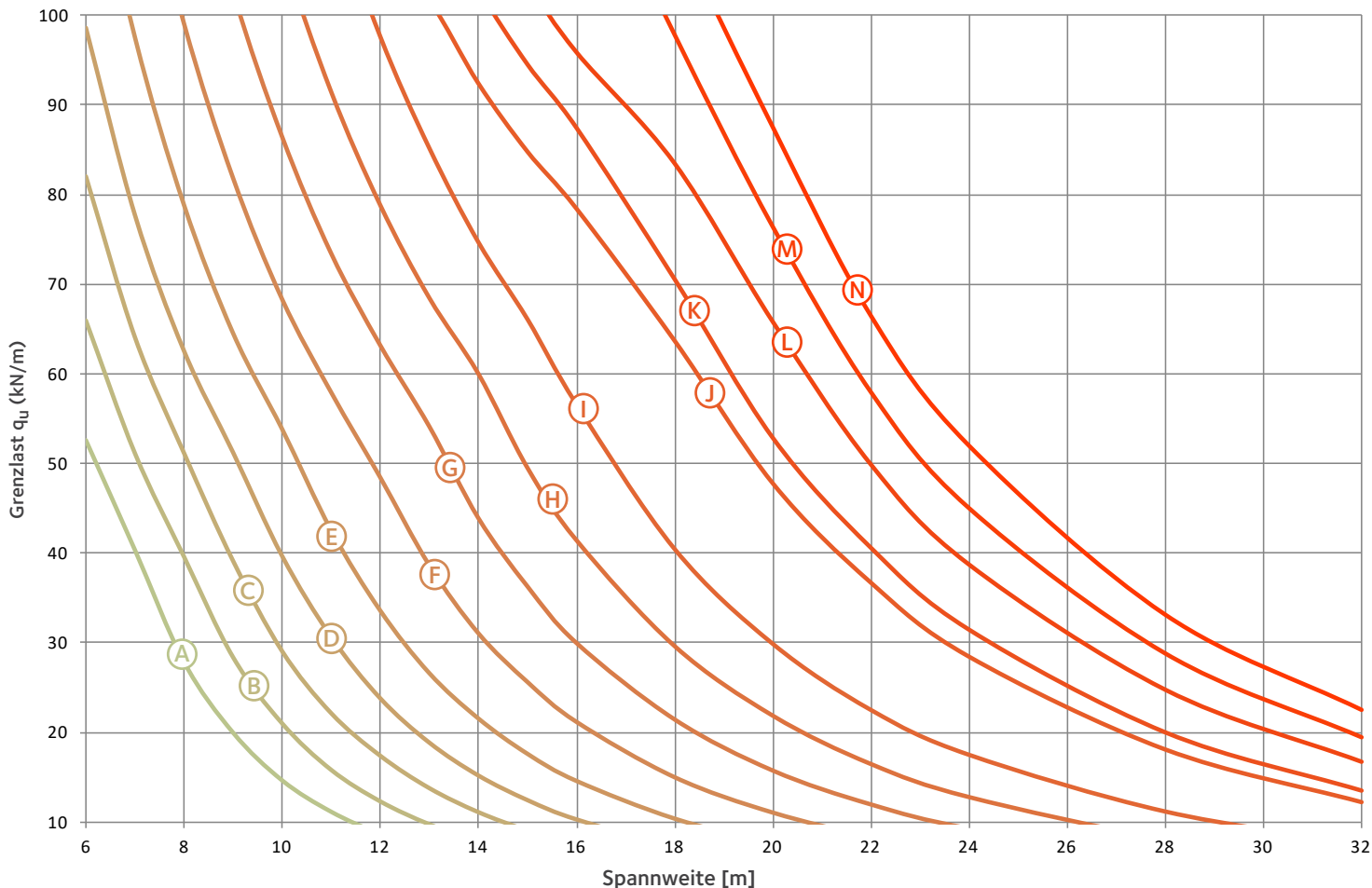
Profil	Abmessungen (mm)				Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]																		
	a_0	w	e	H_t	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	28	32		
A	HE 280 B	280	140	420	392		85,2	74,5	62,3	46,7	35,8	27,8	22,2	17,8	14,6	12,1							
B	HE 300 B	310	150	460	426			80,2	70,7	61,5	47,2	37,0	29,5	23,8	19,5	16,2	11,5						
C	HE 320 B	335	165	500	457			96,4	83,6	73,7	57,6	45,1	35,9	29,1	23,9	19,8	14,1	10,4					
D	HE 340 B	355	175	530	485				93,5	81,8	67,8	53,1	42,3	34,3	28,3	23,5	16,7	12,3					
E	HE 360 B	380	190	570	515					89,0	76,1	62,6	49,8	40,3	33,2	27,6	19,6	14,5	10,9				
F	HE 400 B	420	210	630	573						88,5	76,6	65,5	53,4	43,7	36,3	25,9	19,1	14,5	11,2			
G	HE 450 B	475	235	710	647							90,7	79,2	69,8	60,3	49,9	35,6	26,4	20,1	15,6			
H	HE 500 B	525	260	785	719								92,8	82,0	72,8	65,1	47,4	34,9	26,6	20,7	13,2		
I	HE 550 B	580	290	870	792									92,1	81,8	73,3	59,6	44,3	33,8	26,1	16,7	11,3	
J	HE 600 B	630	310	940	865										92,5	82,6	67,3	55,2	41,7	32,5	20,8	14,1	
K	HE 650 B	685	340	1025	938											92,0	75,1	62,3	50,8	39,6	25,6	17,3	
L	HE 700 B	735	365	1100	1010												84,3	70,0	58,9	48,1	30,8	21,0	
M	HE 800 B	840	420	1260	1154													83,5	70,5	60,4	42,7	28,9	
N	HE 900 B	945	470	1415	1301															85,2	72,9	54,9	39,5

Diagramm 6: ACB® ohne Verbund, Ausgangsprofil HEM, $e=1.5 a_0$



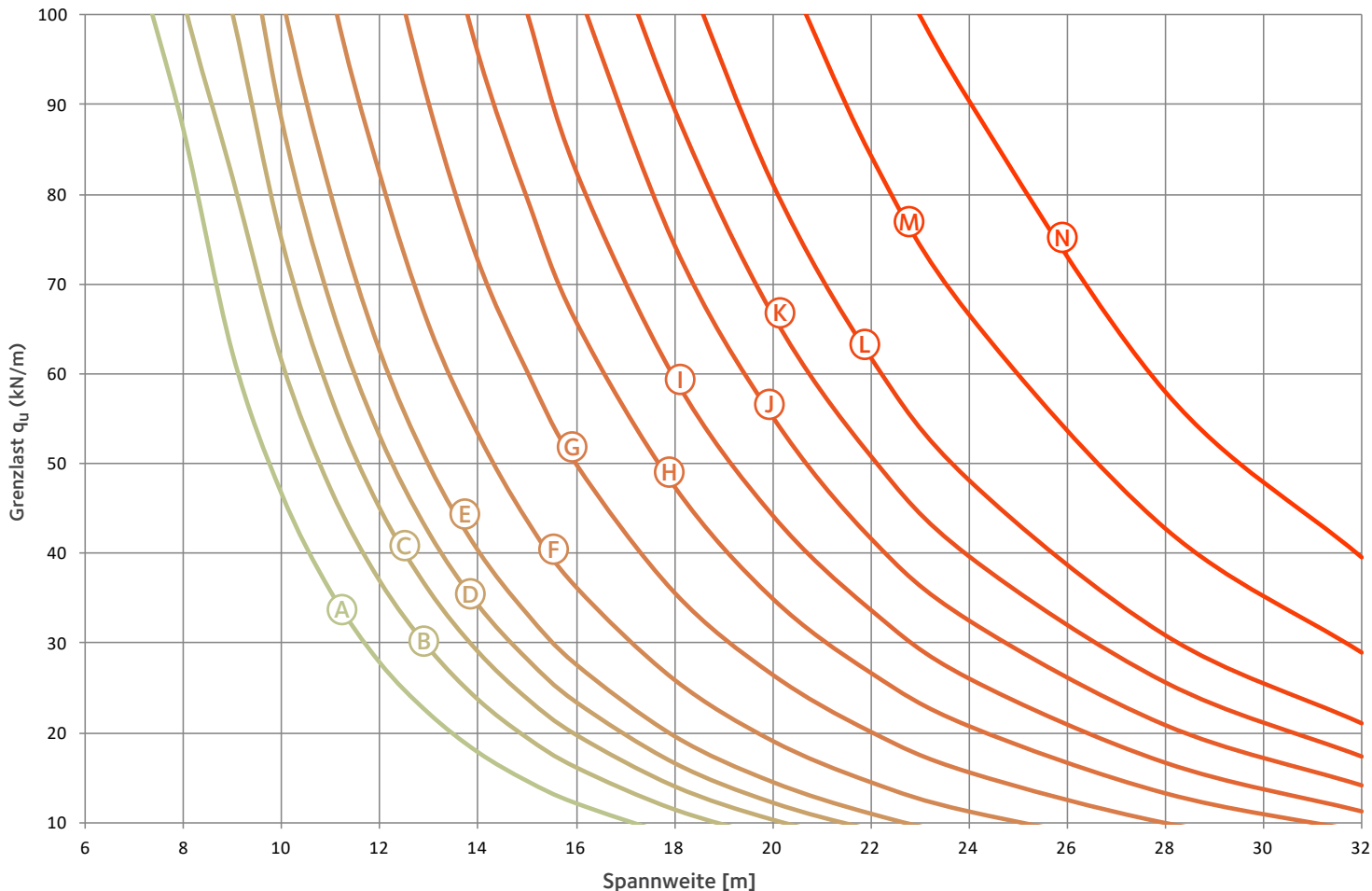
Profil	Abmessungen (mm)				Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]																	
	a_0	w	e	H_t	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	28	32	
Ⓐ	HE 280 M	280	140	420	422					92,5	70,9	55,1	43,9	35,3	29,0	24,1	17,0	12,5				
Ⓑ	HE 300 M	310	150	460	466						83,2	66,3	53,4	43,9	36,4	25,9	19,0	14,4	11,1			
Ⓒ	HE 320 M	340	165	505	498						96,4	76,9	62,3	51,1	42,5	30,2	22,2	16,8	13,0			
Ⓓ	HE 340 M	380	180	560	535							89,1	72,1	59,1	49,1	35,0	25,8	19,6	15,1			
Ⓔ	HE 360 M	410	195	605	566							98,4	80,7	66,2	54,9	39,2	29,0	21,9	17,0	10,8		
Ⓕ	HE 400 M	450	220	670	619								97,0	79,5	66,4	47,5	35,0	26,6	20,6	13,1		
Ⓖ	HE 450 M	500	245	745	687									99,4	82,3	59,3	43,8	33,2	25,8	16,5	11,1	
Ⓗ	HE 500 M	540	270	810	749										99,1	71,4	52,7	40,2	31,1	19,9	13,4	
Ⓘ	HE 550 M	600	300	900	823											86,7	64,4	48,8	38,1	24,4	16,4	
Ⓙ	HE 600 M	650	320	970	894											94,1	76,4	58,3	45,4	29,1	19,7	
Ⓚ	HE 650 M	700	350	1050	962												83,7	68,4	53,3	34,1	23,1	
Ⓛ	HE 700 M	750	375	1125	1031												89,6	75,4	61,4	39,6	26,8	
Ⓜ	HE 800 M	855	425	1280	1176													87,1	74,3	52,7	35,9	
Ⓝ	HE 900 M	955	475	1430	1315													98,2	84,0	63,3	45,6	

Diagramm 7: : ACB® ohne Verbund, Ausgangsprofil IPE, $e=1.5 a_0$



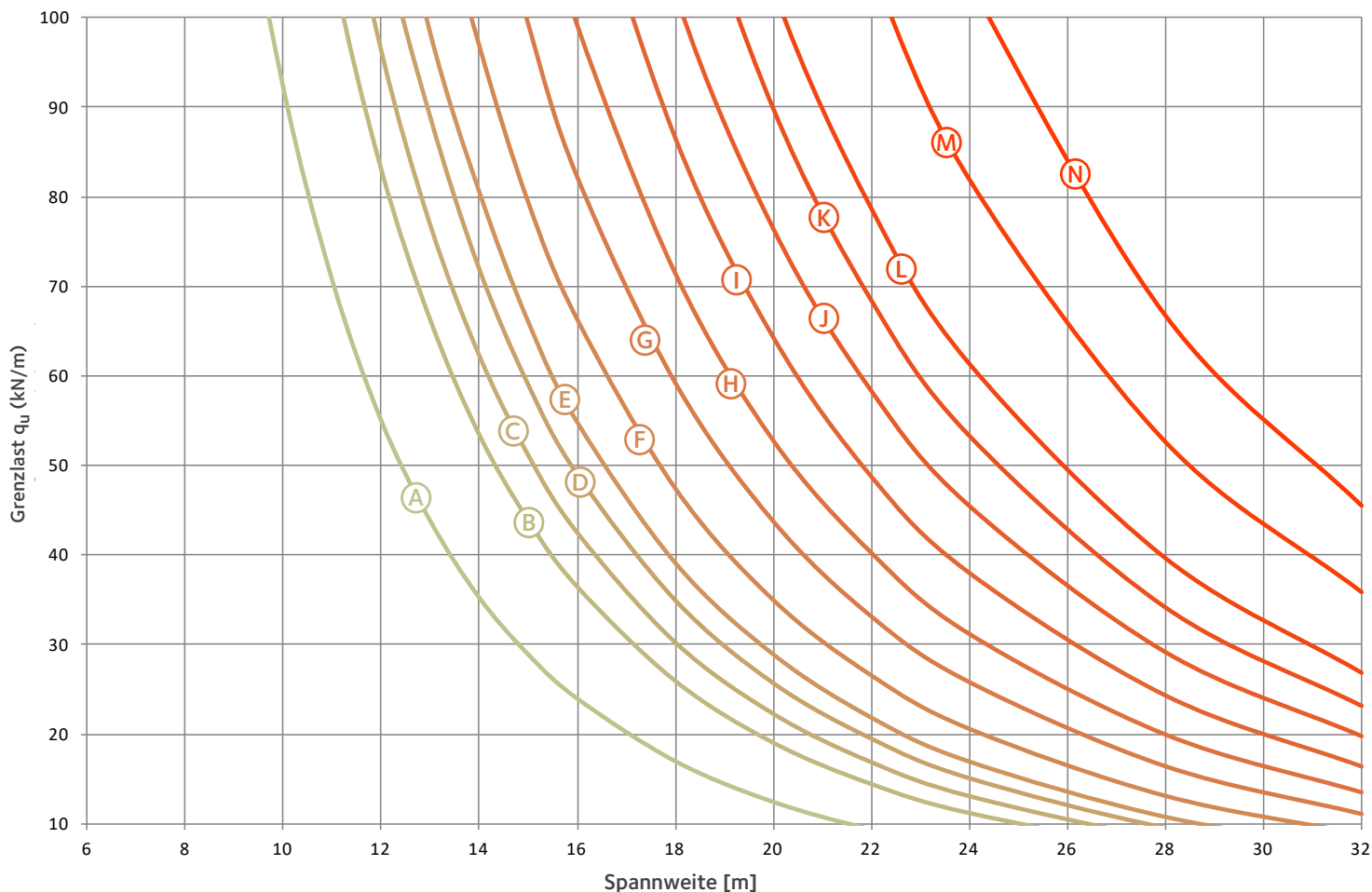
Profil	Abmessungen (mm)				Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]																		
	a_0	w	e	H_t	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	28	32		
Ⓐ	IPE 270	285	140	425	385	52,5	40,3	27,8	19,9	14,6	11,1												
Ⓑ	IPE 300	315	155	470	428	66,0	51,1	39,6	28,4	21,0	15,9	12,3											
Ⓒ	IPE 330	345	170	515	471	82,0	64,1	51,2	39,1	29,1	22,1	17,4	13,8	11,1									
Ⓓ	IPE 360	380	190	570	515	98,6	77,7	62,6	51,2	39,7	30,7	23,8	18,9	15,2	12,5	10,3							
Ⓔ	IPE 400	420	210	630	573		97,6	78,9	64,6	53,9	42,5	33,6	26,6	21,5	17,6	14,6	10,4						
Ⓕ	IPE 450	475	235	710	647			99,1	81,9	68,4	58,0	48,5	38,7	31,1	25,7	21,2	15,0	11,1					
Ⓖ	IPE 500	525	260	785	719				102,6	86,4	73,4	63,1	54,1	43,9	36,2	29,9	21,4	15,7	11,9				
Ⓗ	IPE 550	580	285	865	793					107,4	91,5	78,9	68,5	60,1	49,6	41,5	29,7	21,9	16,5	12,8			
Ⓘ	IPE 600	630	310	940	865						113,2	97,6	85,2	74,7	66,1	56,6	40,4	29,9	22,5	17,5	11,1		
Ⓙ	IPE 750 x 134	755	392,5	1147,5	1081						119,9	107,5	101,7	92,5	84,8	78,5	63,7	47,8	36,7	28,5	18,1	12,3	
Ⓚ	IPE 750 x 147	755	395	1150	1086							119,9	113,3	103,1	94,6	87,5	70,6	52,9	40,7	31,5	20,1	13,6	
Ⓛ	IPE 750 x 173	765	397,5	1162,5	1097								113,2	103,8	95,9	83,5	65,8	49,9	38,7	24,8	16,7		
Ⓜ	IPE 750 x 196	770	400	1170	1107												97,9	76,5	58,0	45,1	28,9	19,5	
Ⓝ	IPE 750 x 220	780	402,5	1182,5	1118													110,4	87,6	66,5	52,1	33,2	22,6

Diagramm 8: : ACB® ohne Verbund, Ausgangsprofil HEB, S460, $e=1.5 a_0$



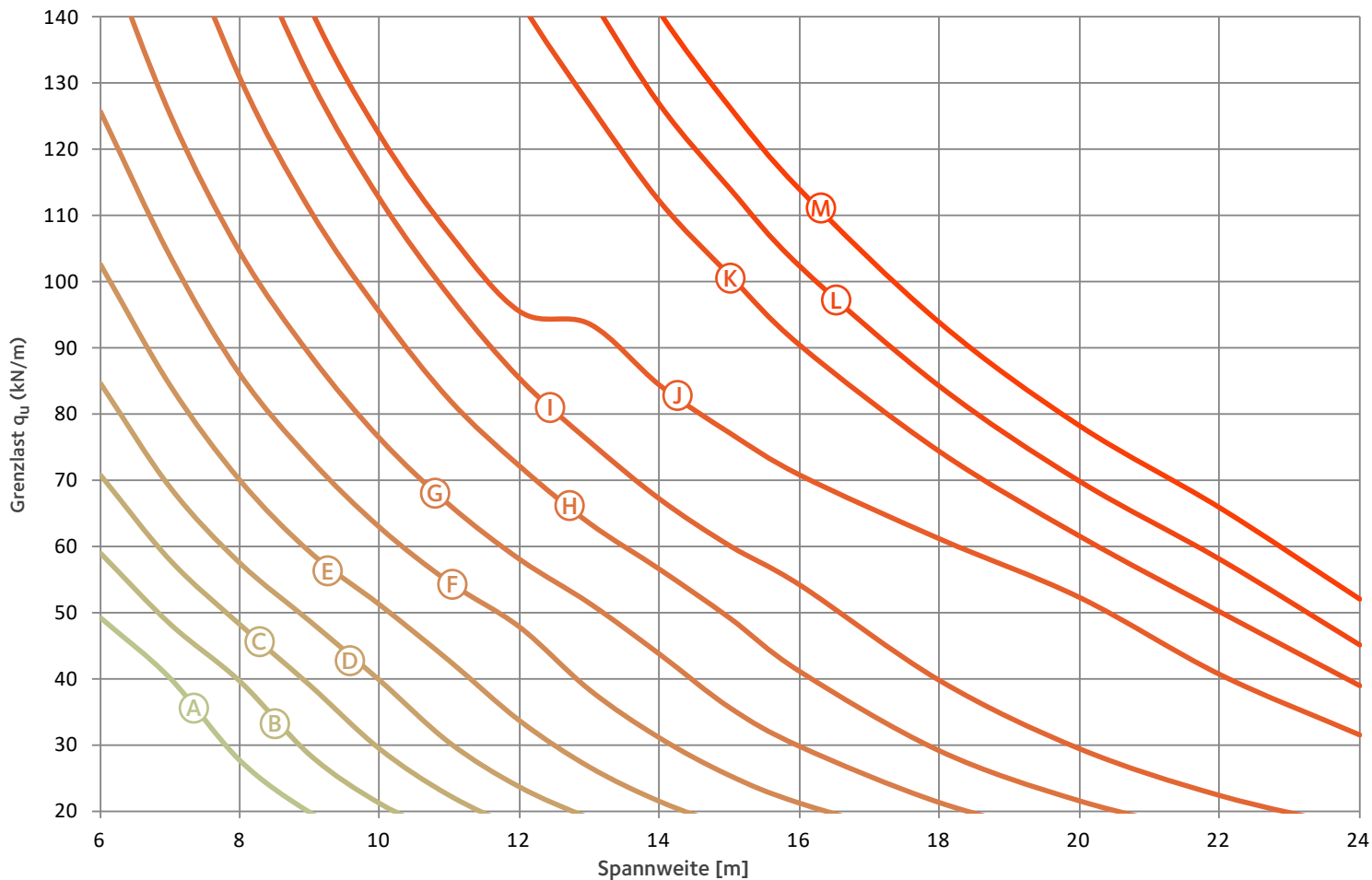
Profil	Abmessungen (mm)				Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]																	
	a_0	w	e	H_t	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	28	32	
A	HE 280 B	280	140	420	392		108,3	87,3	62,3	46,7	35,8	27,8	22,2	17,8	14,6	12,1						
B	HE 300 B	310	150	460	426			101,8	82,0	61,5	47,2	37,0	29,5	23,8	19,5	16,2	11,5					
C	HE 320 B	335	165	500	457				100,2	75,1	57,6	45,1	35,9	29,1	23,9	19,8	14,1	10,4				
D	HE 340 B	355	175	530	485				118,2	88,4	67,8	53,1	42,3	34,3	28,3	23,5	16,7	12,3				
E	HE 360 B	380	190	570	515					102,4	80,1	62,6	49,8	40,3	33,2	27,6	19,6	14,5	10,9			
F	HE 400 B	420	210	630	573						103,3	82,3	65,5	53,4	43,7	36,3	25,9	19,1	14,5	11,2		
G	HE 450 B	475	235	710	647							111,9	90,1	72,6	60,3	49,9	35,6	26,4	20,1	15,6		
H	HE 500 B	525	260	785	719								117,1	95,7	79,5	65,8	47,4	34,9	26,6	20,7	13,2	
I	HE 550 B	580	290	870	792									119,3	100,3	82,7	59,6	44,3	33,8	26,1	16,7	11,3
J	HE 600 B	630	310	940	865										119,8	103,4	74,4	55,2	41,7	32,5	20,8	14,1
K	HE 650 B	685	340	1025	938											119,2	89,5	66,6	50,8	39,6	25,6	17,3
L	HE 700 B	735	365	1100	1010												108,0	81,1	61,8	48,1	30,8	21,0
M	HE 800 B	840	420	1260	1154													108,3	84,3	66,6	42,7	28,9
N	HE 900 B	945	470	1415	1301														110,4	90,4	57,9	39,5

Diagramm 9: ACB® ohne Verbund, Ausgangsprofil HEM, $e=1.5 a_0$



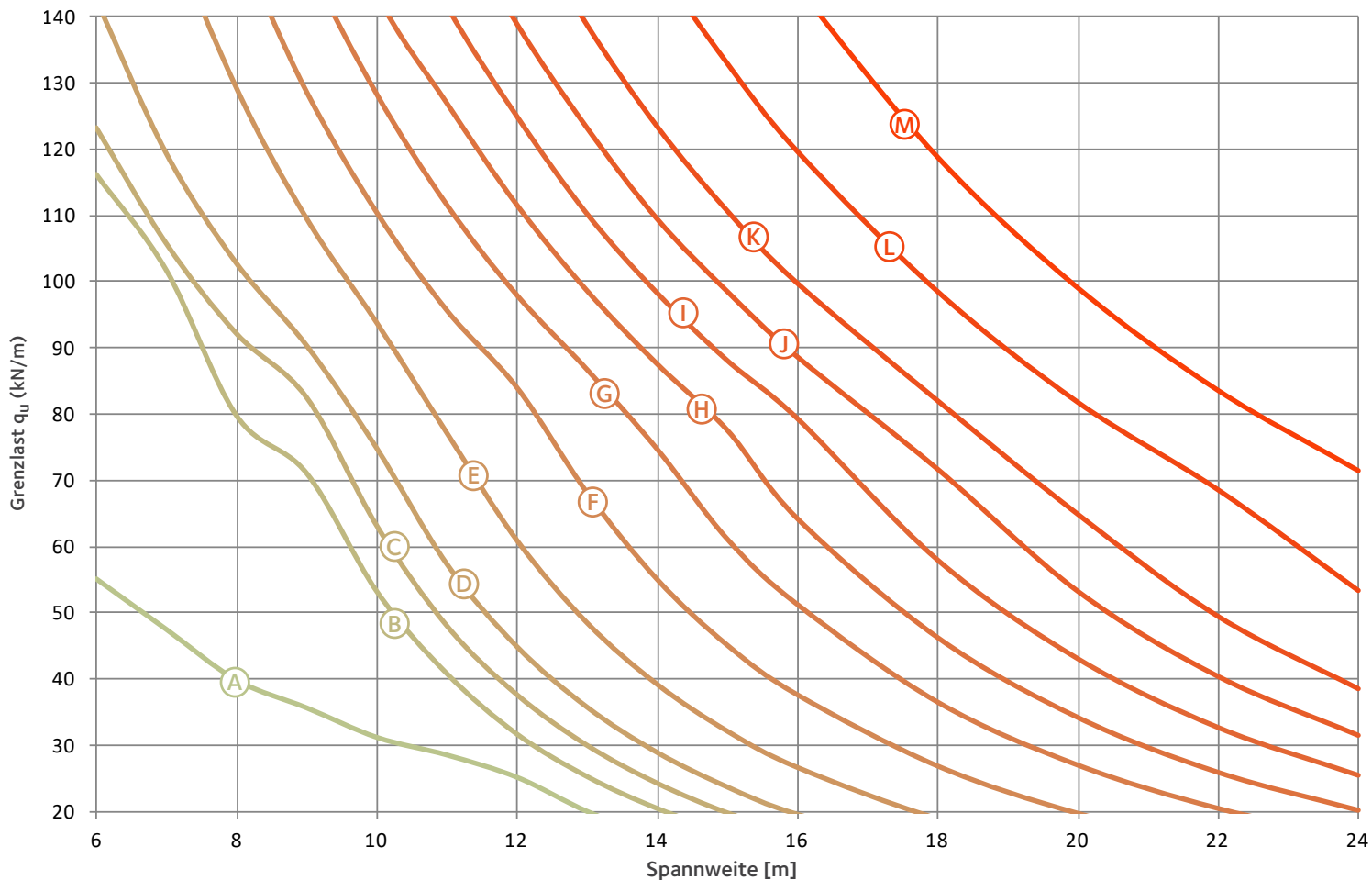
Profil	Abmessungen (mm)				Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]																	
	a_0	w	e	H_t	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	28	32	
Ⓐ	HE 280 M	280	140	420	422					92,5	70,9	55,1	43,9	35,3	29,0	24,1	17,0	12,5				
Ⓑ	HE 300 M	310	150	460	466					106,1	83,2	66,3	53,4	43,9	36,4	25,9	19,0	14,4	11,1			
Ⓒ	HE 320 M	340	165	505	498						96,4	76,9	62,3	51,1	42,5	30,2	22,2	16,8	13,0			
Ⓓ	HE 340 M	380	180	560	535						110,2	89,1	72,1	59,1	49,1	35,0	25,8	19,6	15,1			
Ⓔ	HE 360 M	410	195	605	566							98,4	80,7	66,2	54,9	39,2	29,0	21,9	17,0	10,8		
Ⓕ	HE 400 M	450	220	670	619							118,1	97,0	79,5	66,4	47,5	35,0	26,6	20,6	13,1		
Ⓖ	HE 450 M	500	245	745	687									99,4	82,3	59,3	43,8	33,2	25,8	16,5	11,1	
Ⓗ	HE 500 M	540	270	810	749									118,7	99,1	71,4	52,7	40,2	31,1	19,9	13,4	
Ⓘ	HE 550 M	600	300	900	823											86,7	64,4	48,8	38,1	24,4	16,4	
Ⓙ	HE 600 M	650	320	970	894											102,7	76,4	58,3	45,4	29,1	19,7	
Ⓚ	HE 650 M	700	350	1050	962												89,8	68,4	53,3	34,1	23,1	
Ⓛ	HE 700 M	750	375	1125	1031												103,3	78,7	61,4	39,6	26,8	
Ⓜ	HE 800 M	855	425	1280	1176													105,6	82,0	52,7	35,9	
Ⓝ	HE 900 M	955	475	1430	1315														104,1	66,8	45,6	

Diagramm 10: ACB®-Verbundträger, Ausgangsprofil IPE, S355, $e=1.5 a_0$



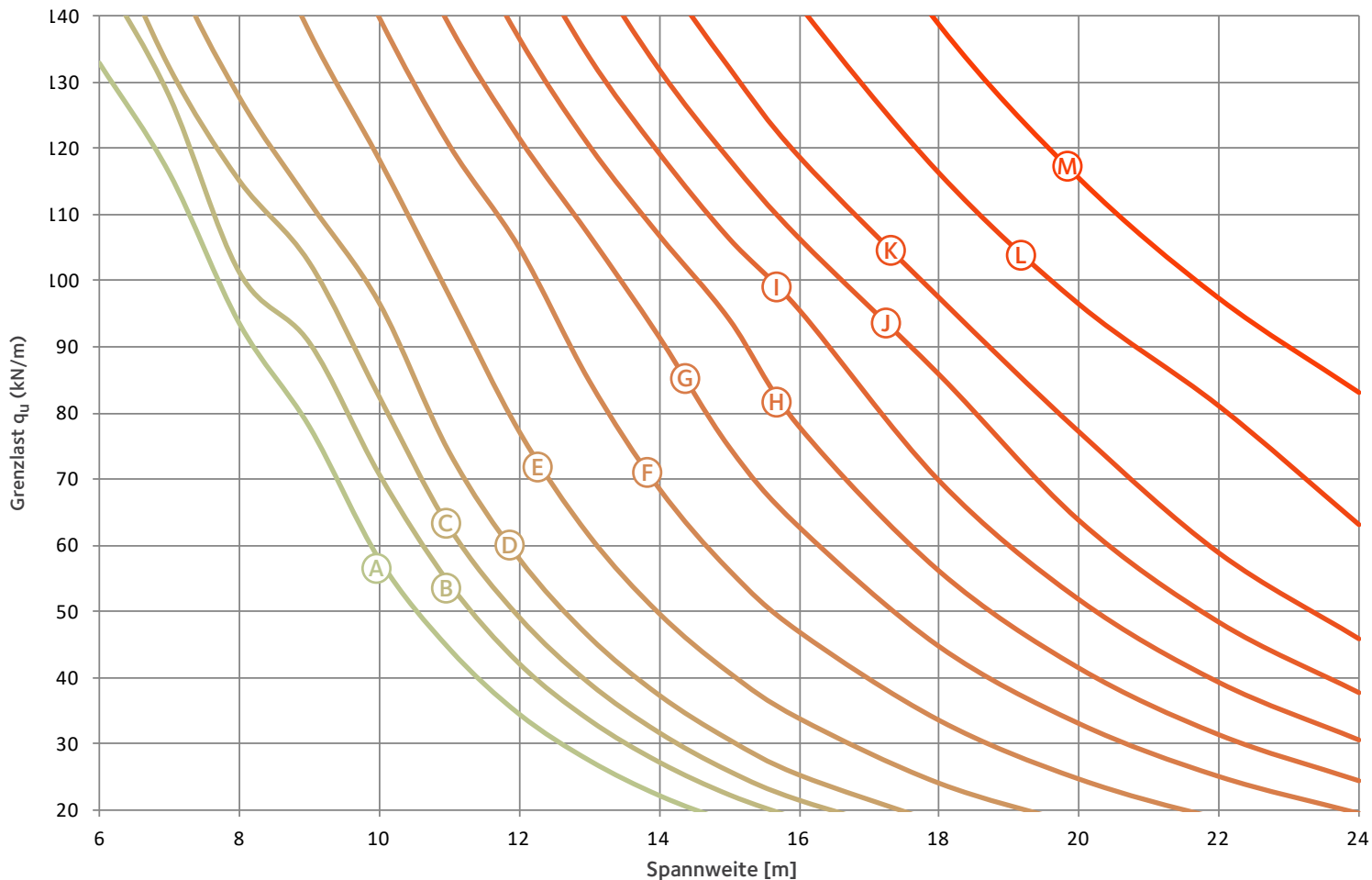
Profil	Abmessungen (mm)				Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]															
	a_0	w	e	H_t	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	
(A) IPE 270	285	142,5	427,5	384	49,2	40,1	27,7													
(B) IPE 300	315	157,5	472,5	427	58,9	48,1	39,4	28,3	20,9											
(C) IPE 330	345	172,5	517,5	470	70,8	57,9	48,1	39,0	29,3	22,3										
(D) IPE 360	375	187,5	562,5	513	84,7	68,9	57,4	48,6	39,7	30,2	23,5									
(E) IPE 400	415	207,5	622,5	570	102,4	84,1	69,8	59,0	51,0	42,5	33,5	26,5	21,4							
(F) IPE 450	465	232,5	697,5	642	125,5	103,6	85,8	73,0	62,7	54,4	47,6	38,1	30,9	25,2	21,0					
(G) IPE 500	515	257,5	772,5	714		125,2	104,4	88,9	76,2	66,2	58,0	51,3	43,6	35,6	29,7	21,2				
(H) IPE 550	555	277,5	832,5	781			130,7	110,8	95,3	82,0	72,0	63,4	56,4	49,1	41,0	29,0	21,4			
(I) IPE 600	615	307,5	922,5	857				130,6	112,4	97,6	85,2	75,7	67,0	60,0	54,1	39,6	29,3	22,2		
(J) IPE 750 x 147	755	395	1150	1086					122,1	107,1	95,5	93,6	84,3	77,1	70,8	61,1	52,3	40,7	31,5	
(K) IPE 750 x 173	765	397,5	1162,5	1097								126,5	111,9	100,7	90,2	74,1	61,3	49,9	38,7	
(L) IPE 750 x 196	770	400	1170	1107									126,7	114,0	102,3	84,1	69,8	58,0	45,1	
(M) IPE 750 x 220	780	402,5	1182,5	1118										126,3	113,9	93,8	78,2	65,8	52,1	

Diagramm 11: ACB®-Verbundträger, Ausgangsprofil HEA, S355, $e=1.5 a_0$



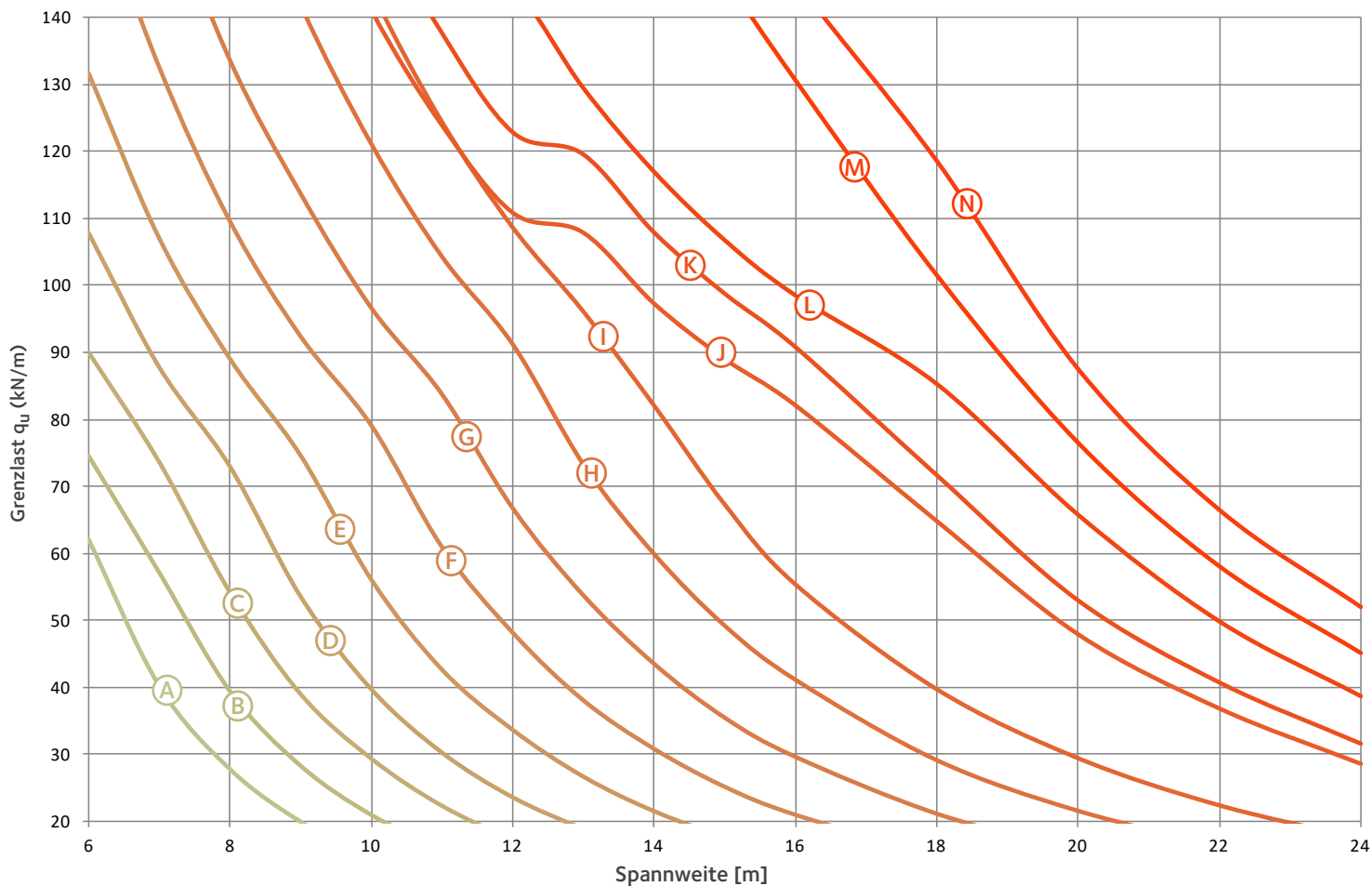
Profil	Abmessungen (mm)				Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]																
	a_0	w	e	H_t	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24		
Ⓐ	HE 300 A	270	135	405	398	55,1	47,5	39,9	35,7	31,3	28,6	25,2	20,1								
Ⓑ	HE 320 A	290	145	435	426	116,2	101,7	79,7	71,0	53,1	40,7	31,6	25,2	20,4							
Ⓒ	HE 340 A	300	150	450	451	123,1	105,7	92,1	82,4	63,1	48,0	37,6	29,9	24,2							
Ⓓ	HE 360 A	320	160	480	479		119,3	102,8	90,4	74,9	57,4	44,9	35,8	28,9	23,7						
Ⓔ	HE 400 A	360	180	540	537			129,3	109,6	93,8	77,2	61,0	48,5	39,2	32,2	26,7					
Ⓕ	HE 450 A	410	205	615	608				128,7	110,5	95,7	84,0	68,2	55,1	45,1	37,6	26,9				
Ⓖ	HE 500 A	460	230	690	680					128,3	111,6	98,0	86,7	74,7	61,1	51,2	36,5	26,9	20,4		
Ⓗ	HE 550 A	500	250	750	747						127,0	111,6	98,7	87,6	77,6	64,2	46,3	34,2	25,9	20,1	
Ⓘ	HE 600 A	550	275	825	819							125,0	110,2	98,3	88,1	79,3	58,0	43,0	32,6	25,4	
Ⓙ	HE 650 A	600	300	900	891								138,9	123,1	109,4	98,4	88,6	71,6	53,2	40,3	31,4
Ⓚ	HE 700 A	650	325	975	962									138,8	123,4	110,7	99,7	82,0	64,8	49,4	38,5
Ⓛ	HE 800 A	740	370	1110	1101											133,1	119,8	98,6	81,9	68,7	53,4
Ⓜ	HE 900 A	840	420	1260	1244													118,7	98,9	83,5	71,3

Diagramm 12: ACB®-Verbundträger, Ausgangsprofil HEB, S355, $e=1.5 a_0$



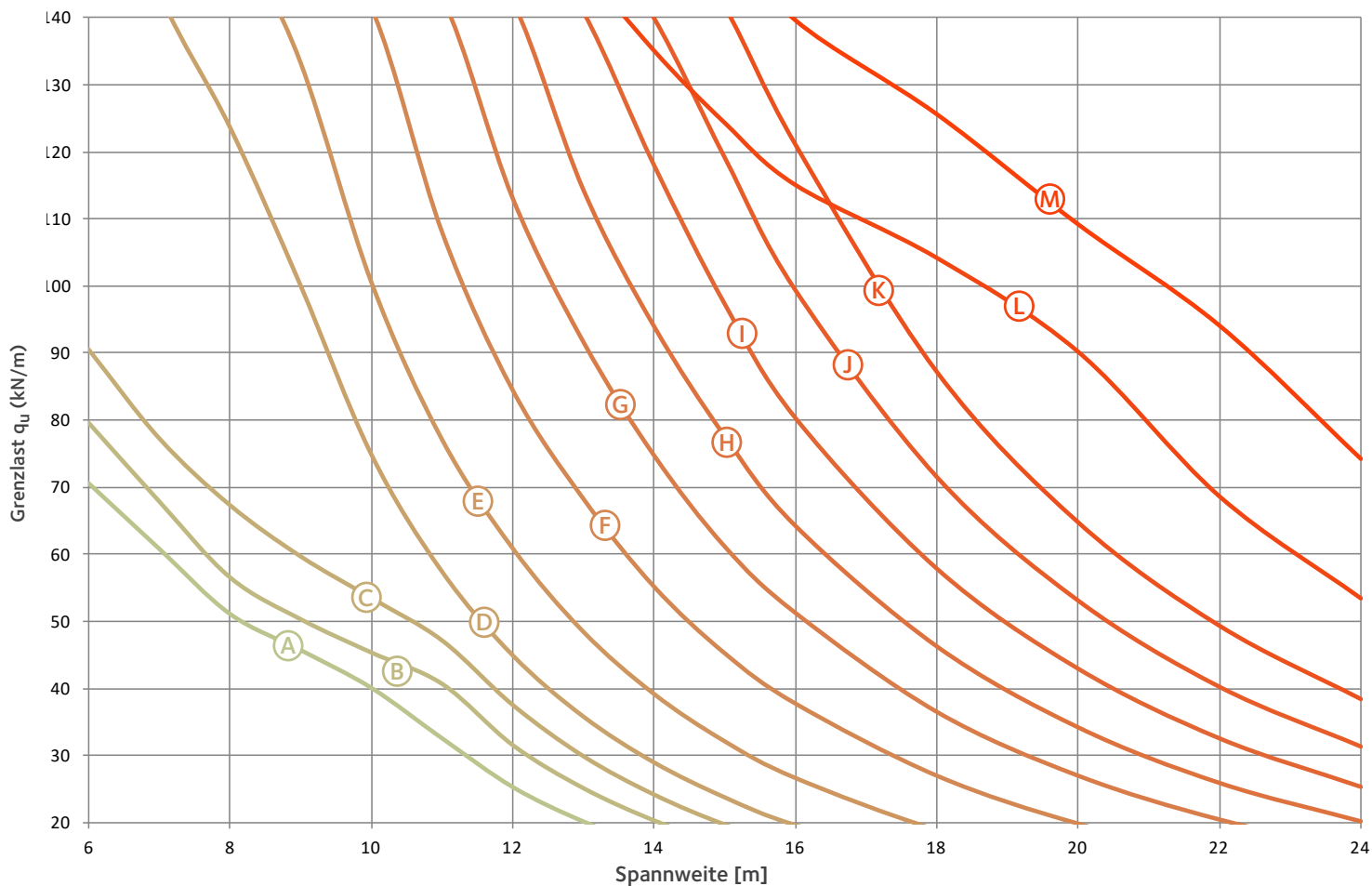
Profil	Abmessungen (mm)				Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]																
	a_0	w	e	H_t	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24		
Ⓐ	HE 300 B	270	135	405	408	132,8	116,1	93,4	77,8	57,7	44,2	34,3	27,3	22,1							
Ⓑ	HE 320 B	290	145	435	436		127,9	101,3	90,6	70,6	54,1	42,0	33,5	27,1	22,1						
Ⓒ	HE 340 B	300	150	450	461		132,3	115,2	102,8	82,6	62,8	49,2	39,2	31,7	25,9	21,5					
Ⓓ	HE 360 B	320	160	480	489			127,8	112,0	96,7	74,2	58,1	46,2	37,4	30,7	25,3					
Ⓔ	HE 400 B	360	180	540	547				137,8	118,4	97,9	77,3	61,5	49,8	40,8	33,9	24,1				
Ⓕ	HE 450 B	410	205	615	618					139,8	120,5	105,0	84,8	68,5	56,2	46,9	33,5	24,6			
Ⓖ	HE 500 B	460	230	690	690						138,7	121,6	106,9	91,5	74,8	62,7	44,7	33,0	25,0		
Ⓗ	HE 550 B	500	250	750	757							136,7	120,5	106,9	94,2	78,0	56,2	41,5	31,4	24,5	
Ⓘ	HE 600 B	550	275	825	829								133,9	119,4	106,5	95,7	69,9	51,9	39,3	30,6	
Ⓙ	HE 650 B	600	300	900	901									131,9	118,3	106,3	85,7	63,6	48,2	37,6	
Ⓚ	HE 700 B	650	325	975	972										132,1	118,7	97,3	77,0	58,7	45,7	
Ⓛ	HE 800 B	740	370	1110	1111												116,2	96,4	80,9	63,0	
Ⓜ	HE 900 B	840	420	1260	1254													138,6	115,4	97,3	83,0

Diagramm 13: ACB®-Verbundträger, Ausgangsprofil IPE, S460, $e=1.5 a_0$



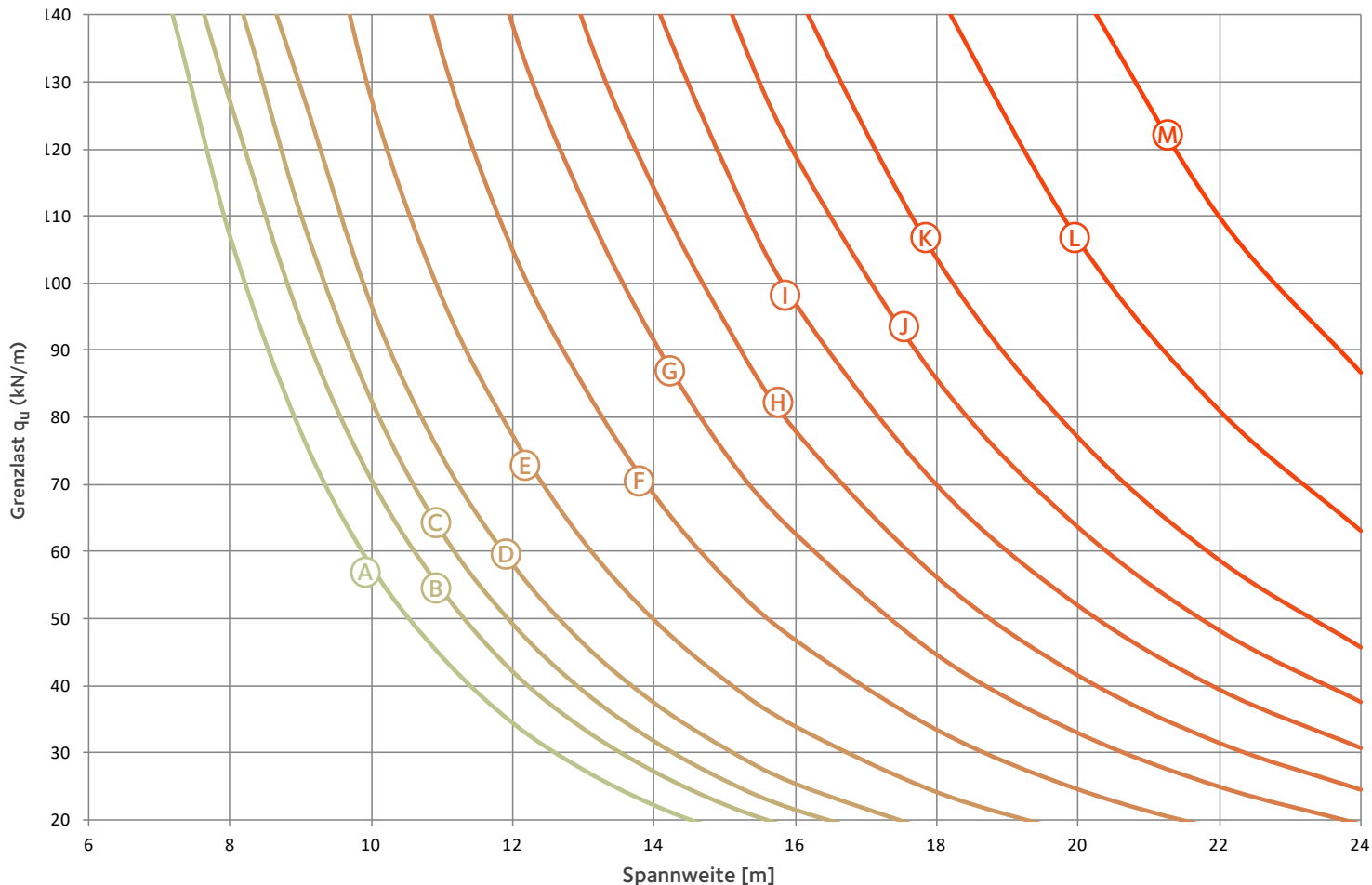
Profil	Abmessungen (mm)				Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]															
	a_0	w	e	H_t	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	
(A) IPE 270	285	142,5	427,5	384	62,0	40,1	27,7													
(B) IPE 300	315	157,5	472,5	427	74,6	57,1	39,4	28,3	20,9											
(C) IPE 330	345	172,5	517,5	470	90,0	73,6	54,1	39,0	29,3	22,3										
(D) IPE 360	375	187,5	562,5	513	107,8	87,7	72,9	53,5	39,7	30,2	23,5									
(E) IPE 400	415	207,5	622,5	570	131,7	107,0	89,0	74,5	56,0	42,5	33,5	26,5	21,4							
(F) IPE 450	465	232,5	697,5	642		132,7	109,7	92,5	79,2	61,1	48,3	38,1	30,9	25,2	21,0					
(G) IPE 500	515	257,5	772,5	714			133,8	113,8	96,8	83,9	66,9	53,9	43,6	35,6	29,7	21,2				
(H) IPE 550	555	277,5	832,5	781					121,1	104,3	91,2	73,2	59,8	49,1	41,0	29,0	21,4			
(I) IPE 600	615	307,5	922,5	857						124,4	108,6	96,0	82,0	67,2	55,3	39,6	29,3	22,2		
(J) IPE 750 x 134	755	392,5	1147,5	1081							123,9	110,8	107,8	97,2	89,0	82,0	64,8	47,8	36,7	28,5
(K) IPE 750 x 147	755	395	1150	1086							137,7	122,9	119,6	107,9	98,8	90,8	71,6	52,9	40,7	31,5
(L) IPE 750 x 173	765	397,5	1162,5	1097								129,6	117,1	106,9	98,6	85,4	65,8	49,9	38,7	
(M) IPE 750 x 196	770	400	1170	1107											130,6	101,5	76,5	58,0	45,1	
(N) IPE 750 x 220	780	402,5	1182,5	1118												118,7	87,6	66,5	52,1	

Diagramm 14: ACB®-Verbundträger, Ausgangsprofil HEA, S460, $e=1.5 a_0$



Profil	Abmessungen (mm)				Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]															
	a_0	w	e	H_t	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	
Ⓐ	HE 300 A	270	135	405	398	70,6	60,8	51,1	45,7	40,0	32,5	25,2	20,1							
Ⓑ	HE 320 A	290	145	435	426	79,6	67,9	56,6	50,4	45,4	40,7	31,6	25,2	20,4						
Ⓒ	HE 340 A	300	150	450	451	90,6	77,3	67,3	59,7	53,5	47,2	37,6	29,9	24,2						
Ⓓ	HE 360 A	320	160	480	479			123,7	100,0	74,9	57,4	44,9	35,8	28,9	23,7					
Ⓔ	HE 400 A	360	180	540	537				133,3	100,6	77,2	61,0	48,5	39,2	32,2	26,7				
Ⓕ	HE 450 A	410	205	615	608					107,9	84,4	68,2	55,1	45,1	37,6	26,9				
Ⓖ	HE 500 A	460	230	690	680						113,0	91,6	74,7	61,1	51,2	36,5	26,9	20,4		
Ⓗ	HE 550 A	500	250	750	747							114,3	94,0	77,6	64,2	46,3	34,2	25,9	20,1	
Ⓘ	HE 600 A	550	275	825	819								118,1	97,4	80,4	58,0	43,0	32,6	25,4	
Ⓙ	HE 650 A	600	300	900	891									119,2	99,4	71,6	53,2	40,3	31,4	
Ⓚ	HE 700 A	650	325	975	962										121,2	87,3	64,8	49,4	38,5	
Ⓛ	HE 800 A	740	370	1110	1101									135,1	124,4	115,1	104,2	90,2	68,7	53,4
Ⓜ	HE 900 A	840	420	1260	1244											139,7	125,7	109,2	94,1	74,3

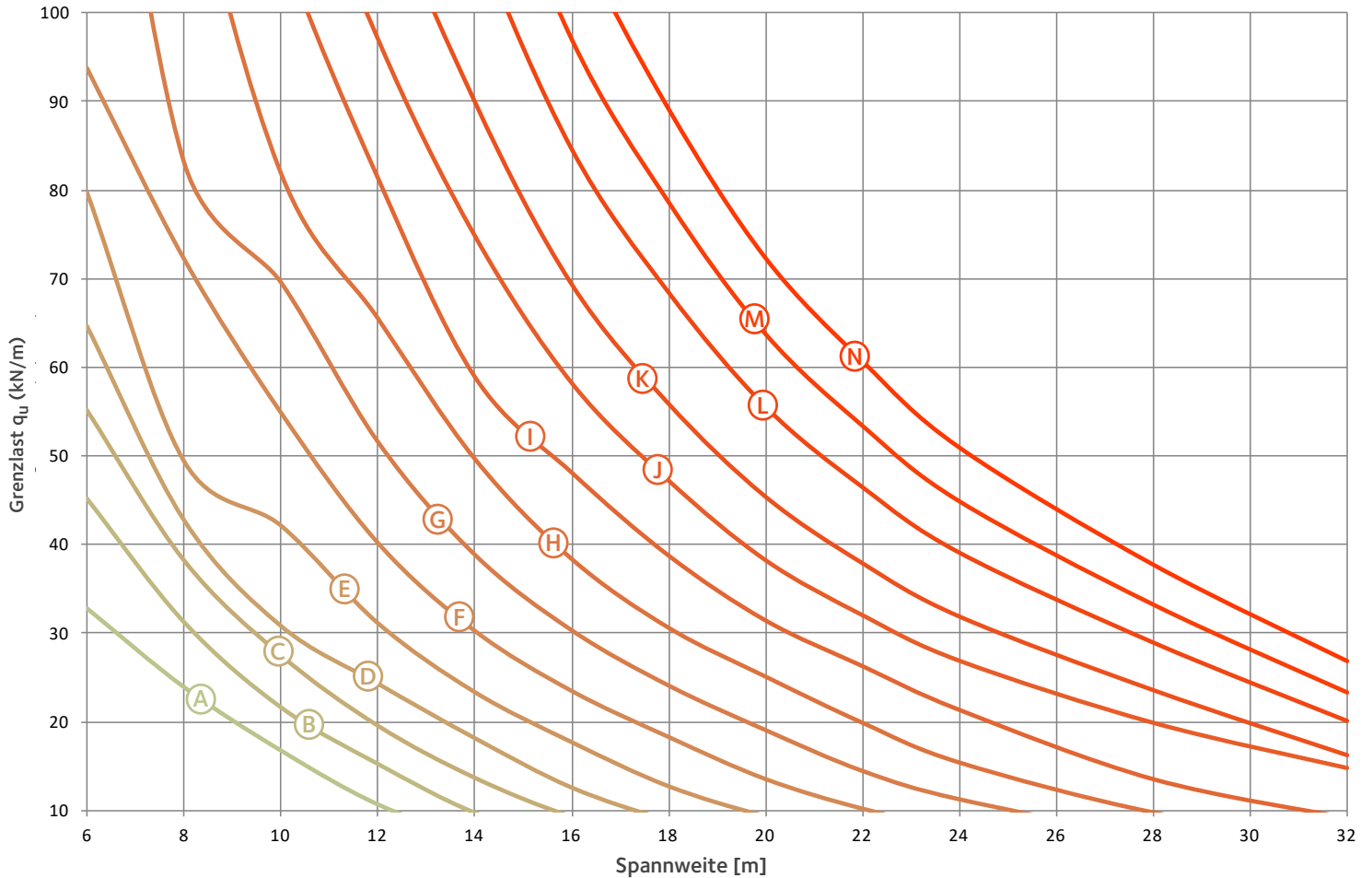
Diagramm 15: ACB®-Verbundträger, Ausgangsprofil HEB, S460, $e=1.5 a_0$



Profil	Abmessungen (mm)				Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]																		
	a_0	w	e	H_t	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24				
Ⓐ	HE 300 B	270	135	405	408			107,0	77,8	57,7	44,2	34,3	27,3	22,1									
Ⓑ	HE 320 B	290	145	435	436			127,1	94,3	70,6	54,1	42,0	33,5	27,1	22,1								
Ⓒ	HE 340 B	300	150	450	461				110,3	82,6	62,8	49,2	39,2	31,7	25,9	21,5							
Ⓓ	HE 360 B	320	160	480	489				129,2	96,7	74,2	58,1	46,2	37,4	30,7	25,3							
Ⓔ	HE 400 B	360	180	540	547					127,6	97,9	77,3	61,5	49,8	40,8	33,9	24,1						
Ⓕ	HE 450 B	410	205	615	618						134,3	105,0	84,8	68,5	56,2	46,9	33,5	24,6					
Ⓖ	HE 500 B	460	230	690	690							138,4	112,2	91,5	74,8	62,7	44,7	33,0	25,0				
Ⓗ	HE 550 B	500	250	750	757								138,9	114,1	94,2	78,0	56,2	41,5	31,4	24,5			
Ⓘ	HE 600 B	550	275	825	829										117,4	96,9	69,9	51,9	39,3	30,6			
Ⓙ	HE 650 B	600	300	900	901											119,0	85,7	63,6	48,2	37,6			
Ⓚ	HE 700 B	650	325	975	972												103,7	77,0	58,7	45,7			
Ⓛ	HE 800 B	740	370	1110	1111													106,4	80,9	63,0			
Ⓜ	HE 900 B	840	420	1260	1254														109,8	86,7			

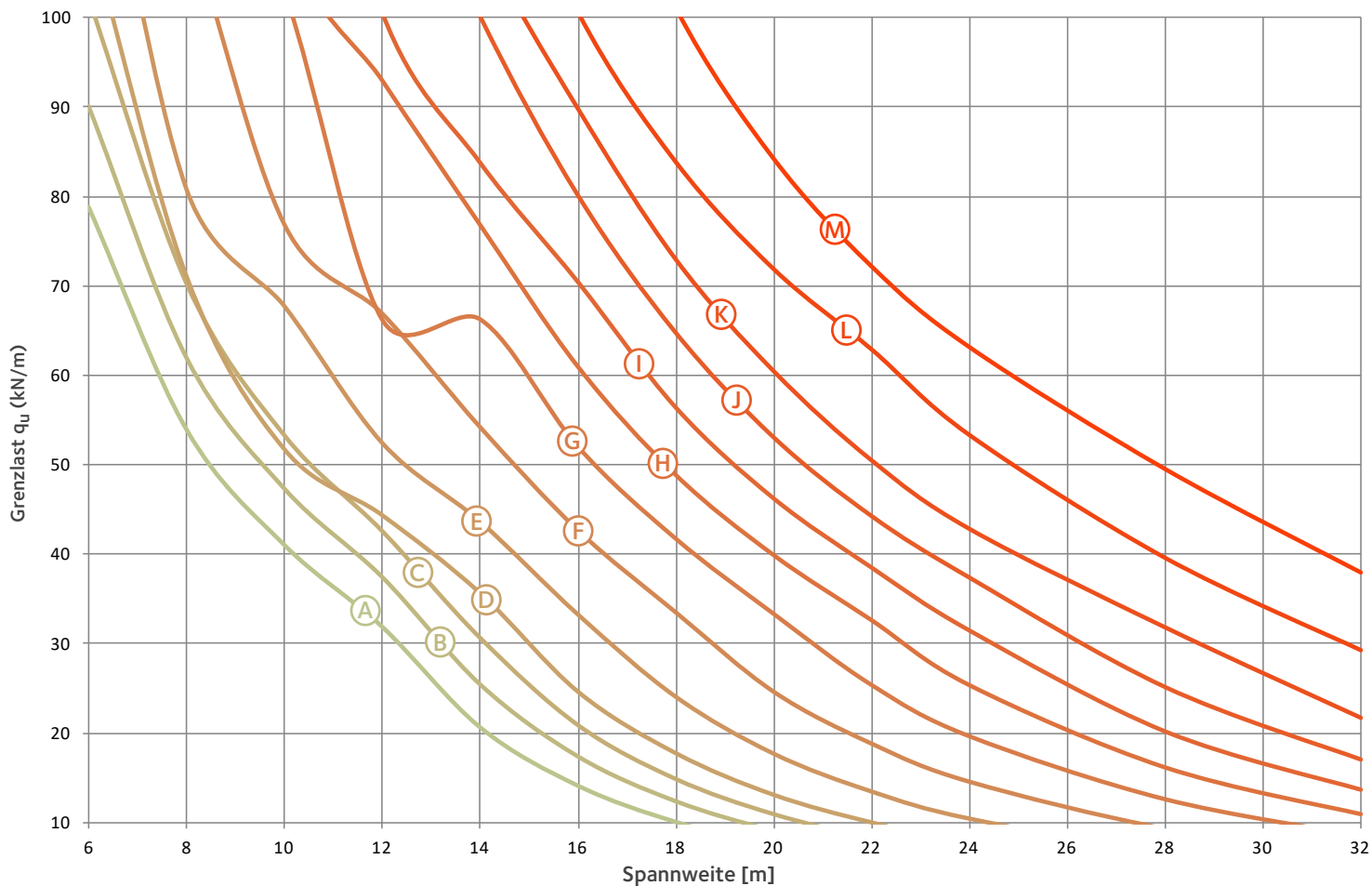
12. Vorbemessungsdiagramme Angelina®

Diagramm 16: Angelina® ohne Verbund, Ausgangsprofil IPE, S355



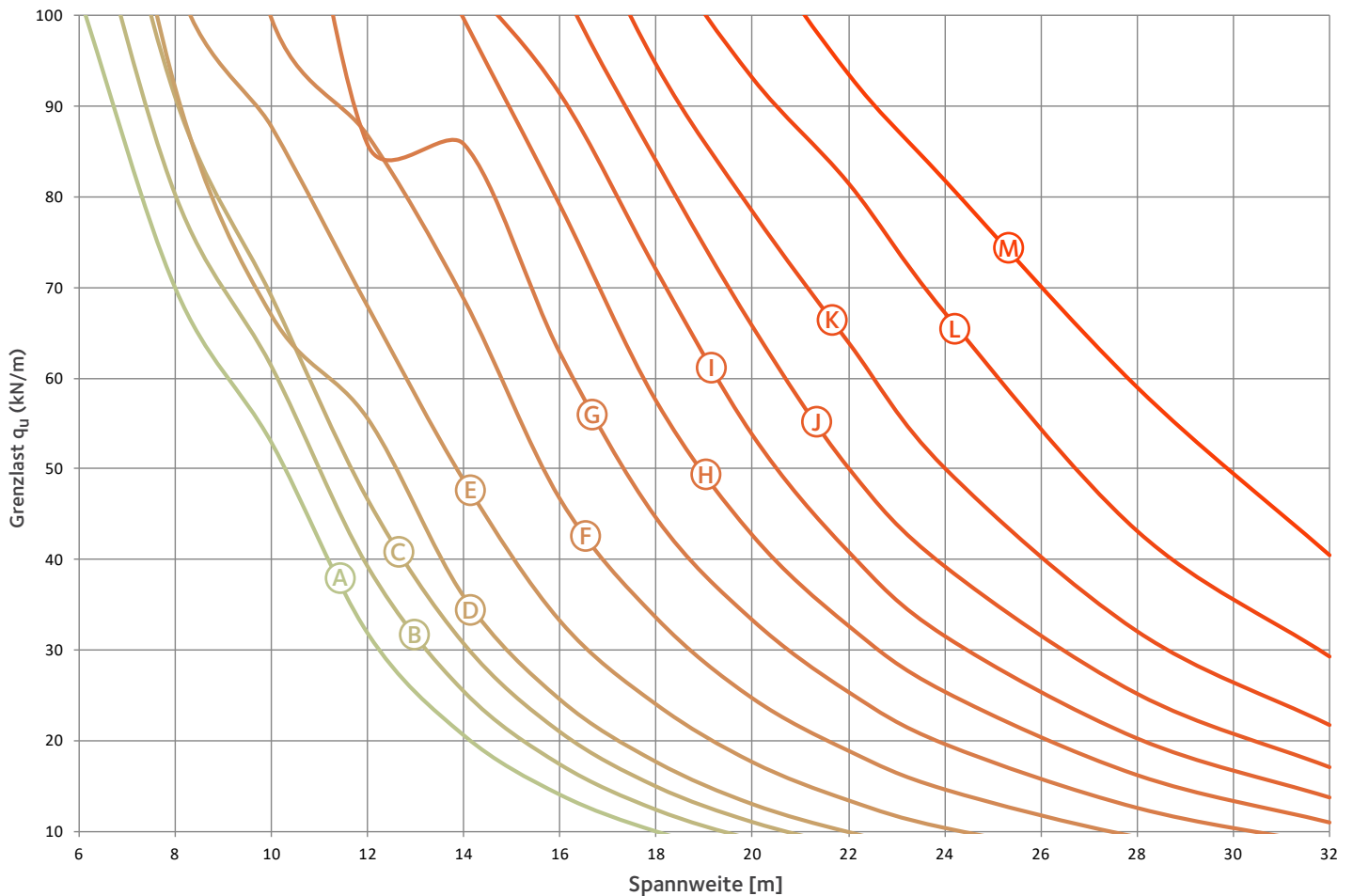
Profil	Abmessungen (mm)					Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]														
	a_0	w	s	e	H_t	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	28	32			
Ⓐ	IPE 270	285	200	285	970	412,5	32,7	23,9	16,7	10,6										
Ⓑ	IPE 300	315	200	315	1030	457,5	45,1	31,2	21,6	15,3										
Ⓒ	IPE 330	345	200	345	1090	502,5	55,2	38,3	27,5	19,5	13,6									
Ⓓ	IPE 360	375	250	375	1250	547,5	64,7	42,8	30,9	24,3	18,2	12,6								
Ⓔ	IPE 400	415	250	415	1330	607,5	79,8	49,4	42,1	31,1	23,3	17,7	12,7							
Ⓕ	IPE 450	465	250	465	1430	682,5	93,7	72,2	54,9	40,2	30,3	23,5	18,3	13,6	10,2					
Ⓖ	IPE 500	515	250	515	1530	757,5		83,2	69,6	51,6	38,9	30,3	24,1	19,1	14,5	11,3				
Ⓗ	IPE 550	555	250	555	1610	827,5			82,0	65,6	49,7	38,4	30,7	25,1	19,9	15,4				
Ⓘ	IPE 600	615	250	615	1730	907,5				81,4	58,9	48,1	38,7	31,4	26,3	21,3	13,5			
Ⓙ	IPE 750 x 134	755	250	755	2010	1130,5					97,1	74,9	58,3	47,3	38,3	32,1	26,9	19,9	14,8	
Ⓚ	IPE 750 x 147	755	250	755	2010	1130,5						90,0	69,4	55,9	45,4	37,9	31,9	23,6	16,2	
Ⓛ	IPE 750 x 173	765	250	765	2030	1144,5							84,6	68,4	55,5	46,4	39,0	28,9	20,0	
Ⓜ	IPE 750 x 196	770	250	770	2040	1155								97,0	78,6	63,7	53,4	44,8	33,2	23,3
Ⓝ	IPE 750 x 220	780	250	780	2060	1169									89,2	72,4	60,7	51,0	37,8	26,9

Diagramm 17: Angelina® ohne Verbund, Ausgangsprofil HEA, S355



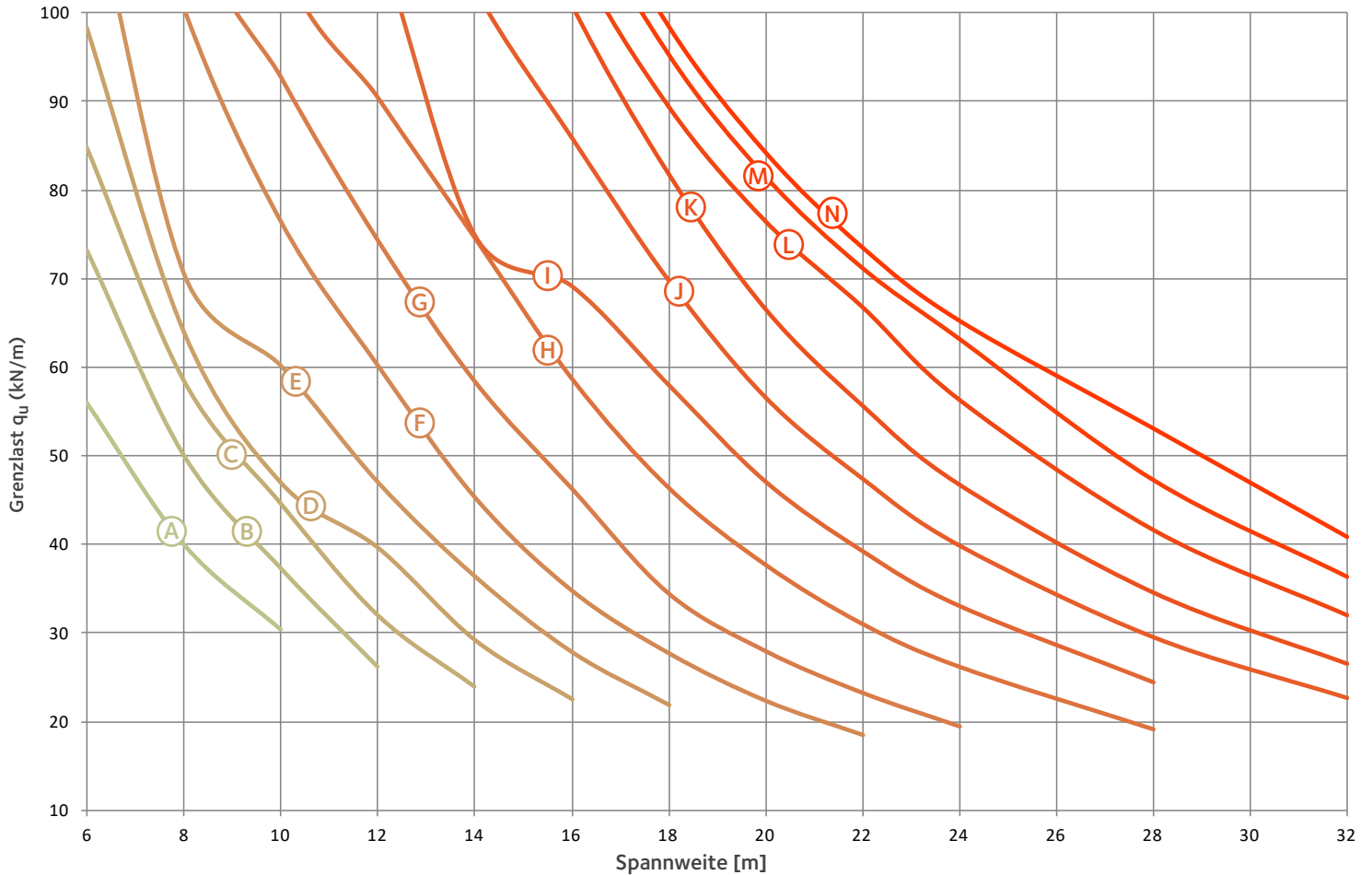
Profil	Abmessungen (mm)					Grenzlast q_u [k _N /m] abhängig von der Spannweite [m]													
	a_0	w	s	e	H_t	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	28	32		
(A)	HE 300 A	305	200	305	1010	442,5	78,9	53,9	41,0	31,8	20,6	14,1	10,0						
(B)	HE 320 A	325	200	325	1050	472,5	90,1	62,0	47,4	37,5	25,5	17,4	12,4						
(C)	HE 340 A	340	200	340	1080	500		70,2	53,3	42,6	30,7	20,9	14,9	11,0					
(D)	HE 360 A	365	250	365	1230	532,5		71,0	51,7	44,3	35,6	24,6	17,7	13,0	10,0				
(E)	HE 400 A	405	250	405	1310	592,5		80,8	67,8	52,5	43,7	33,3	24,1	17,7	13,5	10,4			
(F)	HE 450 A	455	250	455	1410	667,5			77,0	67,0	54,3	42,7	33,6	24,7	18,9	14,6			
(G)	HE 500 A	500	250	500	1500	740				66,2	66,3	52,0	41,7	33,3	25,4	19,6	12,6		
(H)	HE 550 A	555	250	555	1610	817,5				93,1	76,9	61,0	48,9	40,0	32,7	25,4	16,2	11,0	
(I)	HE 600 A	600	250	600	1700	890					83,9	70,5	56,5	46,3	38,6	31,5	20,2	13,7	
(J)	HE 650 A	655	250	655	1810	967,5						80,2	64,8	53,1	44,3	37,4	25,2	17,1	
(K)	HE 700 A	755	250	755	2010	1067,5							89,9	73,0	60,5	50,6	42,9	31,9	21,8
(L)	HE 800 A	805	250	805	2110	1192,5								83,8	71,8	62,9	53,3	39,5	29,2
(M)	HE 900 A	900	250	900	2300	1340									84,3	72,2	63,2	49,6	38,0

Diagramm 18: Angelina® ohne Verbund, Ausgangsprofil HEA, S460



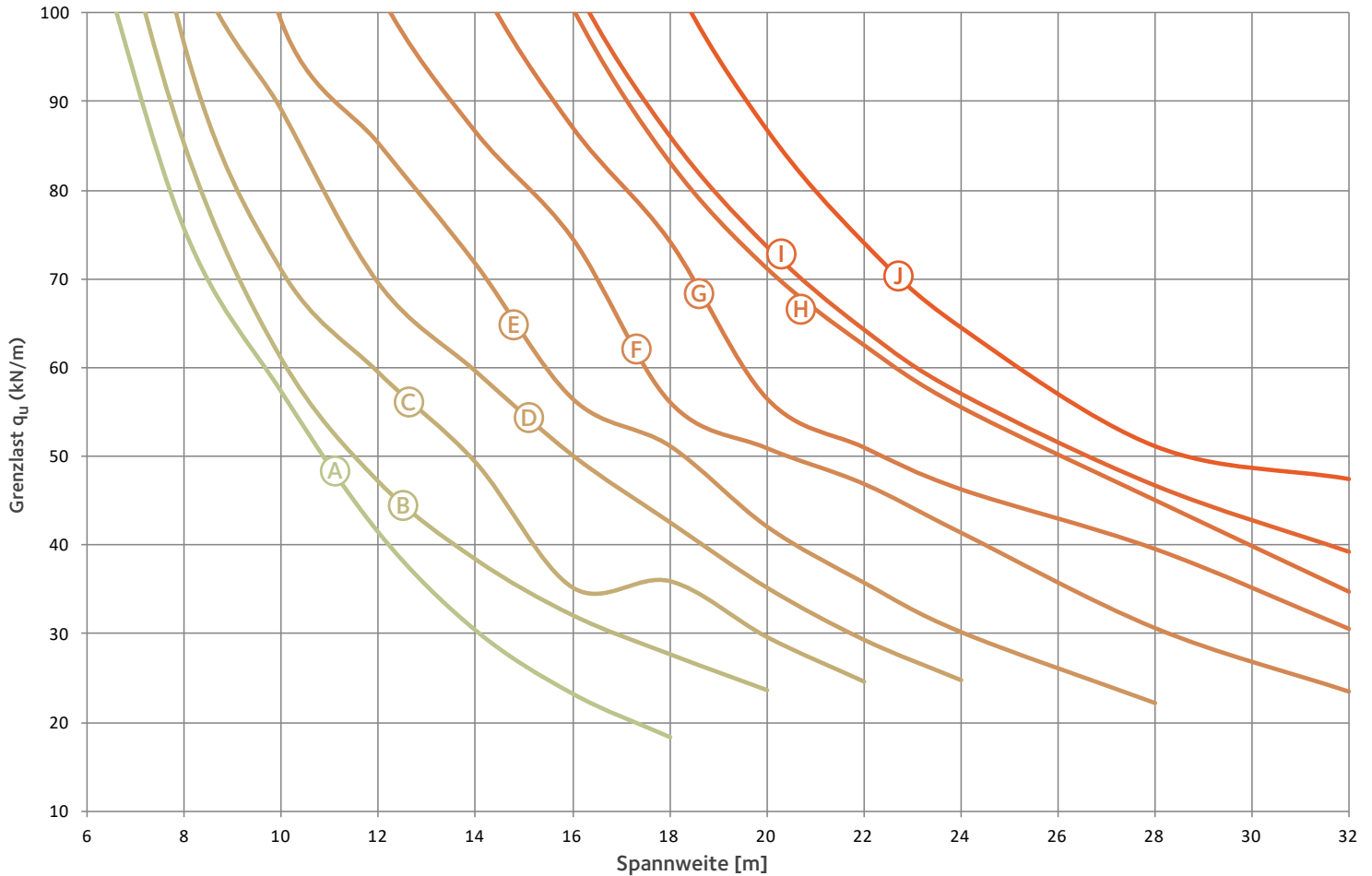
Profil	Abmessungen (mm)					Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]													
	a_0	w	s	e	H_t	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	28	32		
(A)	HE 300 A	305	200	305	1010	442,5		69,9	52,9	31,8	20,6	14,1	10,0						
(B)	HE 320 A	325	200	325	1050	472,5		80,3	61,4	39,3	25,5	17,4	12,4						
(C)	HE 340 A	340	200	340	1080	500		91,0	69,0	46,6	30,7	20,9	14,9	11,0					
(D)	HE 360 A	365	250	365	1230	532,5		92,1	67,0	55,6	35,9	24,6	17,7	13,0	10,0				
(E)	HE 400 A	405	250	405	1310	592,5			87,8	68,0	48,8	33,3	24,1	17,7	13,5	10,4			
(F)	HE 450 A	455	250	455	1410	667,5			99,7	86,8	68,7	46,7	33,6	24,7	18,9	14,6			
(G)	HE 500 A	500	250	500	1500	740				85,8	85,9	62,8	44,6	33,3	25,4	19,6	12,6		
(H)	HE 550 A	555	250	555	1610	817,5					99,7	79,1	57,5	42,7	32,7	25,4	16,2	11,0	
(I)	HE 600 A	600	250	600	1700	890						91,4	71,9	53,7	40,8	31,5	20,2	13,7	
(J)	HE 650 A	655	250	655	1810	967,5							83,9	65,7	50,1	39,2	25,2	17,1	
(K)	HE 700 A	755	250	755	2010	1067,5								94,6	78,4	64,0	50,1	32,1	21,8
(L)	HE 800 A	805	250	805	2110	1192,5									93,1	81,5	67,2	43,1	29,2
(M)	HE 900 A	900	250	900	2300	1340										93,6	81,9	59,1	40,5

Diagramm 19: Angelina®-Verbundträger, Ausgangsprofil IPE, S355 mit Cofraplus 60



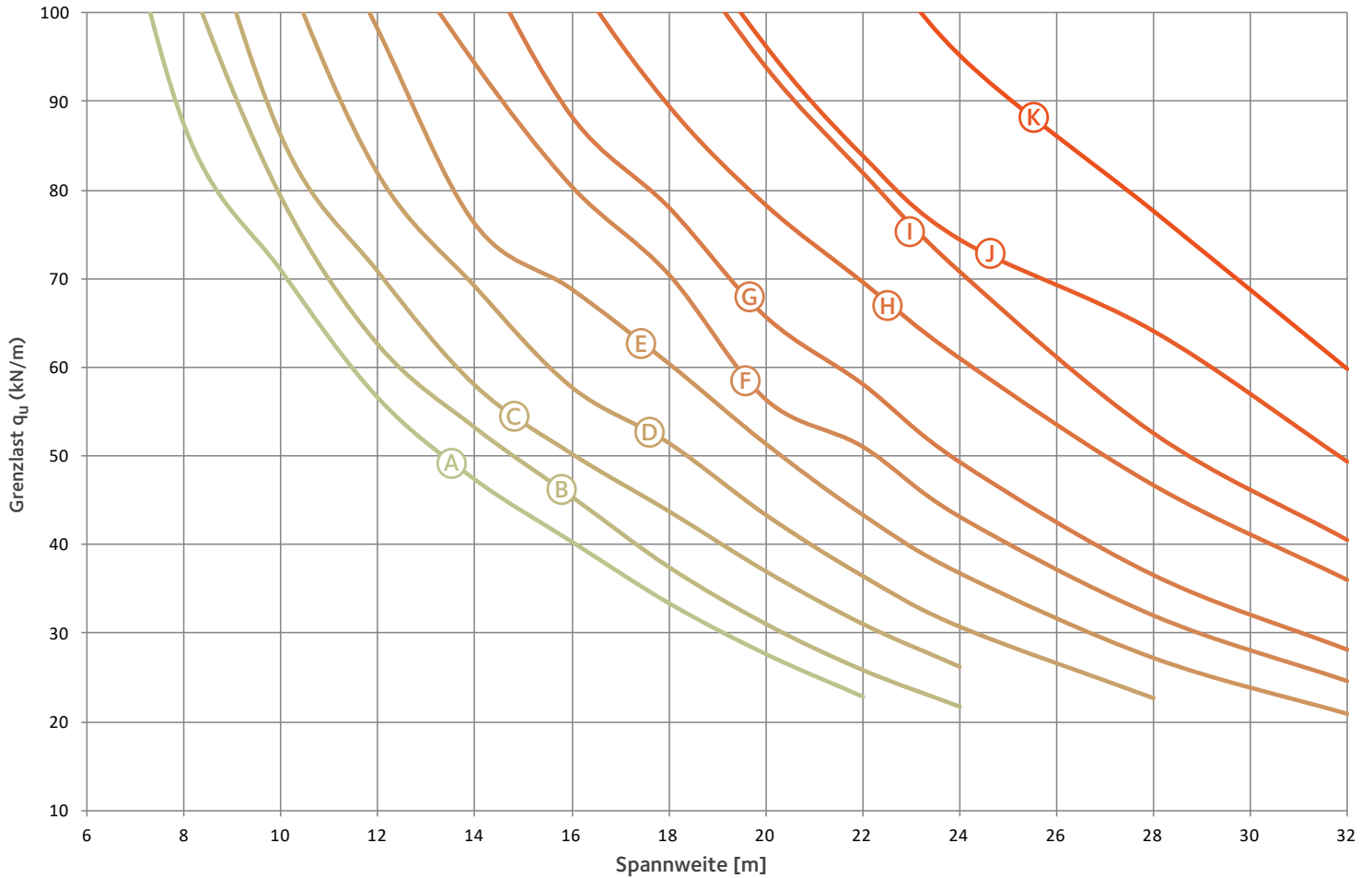
Profil	Abmessungen (mm)					Grenzlast q_u [k _N /m] abhängig von der Spannweite [m]															
	a_0	w	s	e	H_t	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	28	32				
Ⓐ	IPE 270	285	200	285	970	412,5	56,0	40,0	30,3												
Ⓑ	IPE 300	315	200	315	1030	457,5	73,1	50,0	37,3	26,2											
Ⓒ	IPE 330	345	200	345	1090	502,5	84,7	58,5	44,6	32,0	23,9										
Ⓓ	IPE 360	375	250	375	1250	547,5	98,2	63,9	46,9	39,6	29,1	22,5									
Ⓔ	IPE 400	415	250	415	1330	607,5	116,9	70,6	60,2	47,0	36,4	27,9	21,9								
Ⓕ	IPE 450	465	250	465	1430	682,5	136,3	100,6	76,4	60,2	45,3	34,8	27,7	22,3	18,5						
Ⓖ	IPE 500	515	250	515	1530	757,5		114,1	92,8	74,3	58,4	46,3	34,4	27,9	23,2	19,4					
Ⓗ	IPE 550	555	250	555	1610	827,5		159,8	106,9	90,5	74,7	58,8	46,5	37,8	31,1	26,3	19,2				
Ⓘ	IPE 600	615	250	615	1730	907,5			137,8	108,6	75,0	69,2	58,1	47,1	39,3	33,1	24,5				
Ⓙ	IPE 750 x 134	755	250	755	2010	1130,5				125,8	102,8	86,0	69,8	56,6	47,4	39,9	29,5	22,7			
Ⓚ	IPE 750 x 147	755	250	755	2010	1130,5				152,8	125,1	101,0	81,8	66,6	55,7	46,7	34,6	26,5			
Ⓛ	IPE 750 x 173	765	250	765	2030	1144,5					135,3	107,7	89,5	76,5	66,8	56,3	41,7	32,0			
Ⓜ	IPE 750 x 196	770	250	770	2040	1155					144,1	114,8	95,3	81,5	71,2	63,2	47,3	36,4			
Ⓝ	IPE 750 x 220	780	250	780	2060	1169						148,8	118,5	98,5	84,2	73,5	65,2	53,1	40,8		

Diagramm 20: Angelina®-Verbundträger, Ausgangsprofil HEA, S355 mit Cofraplus 60



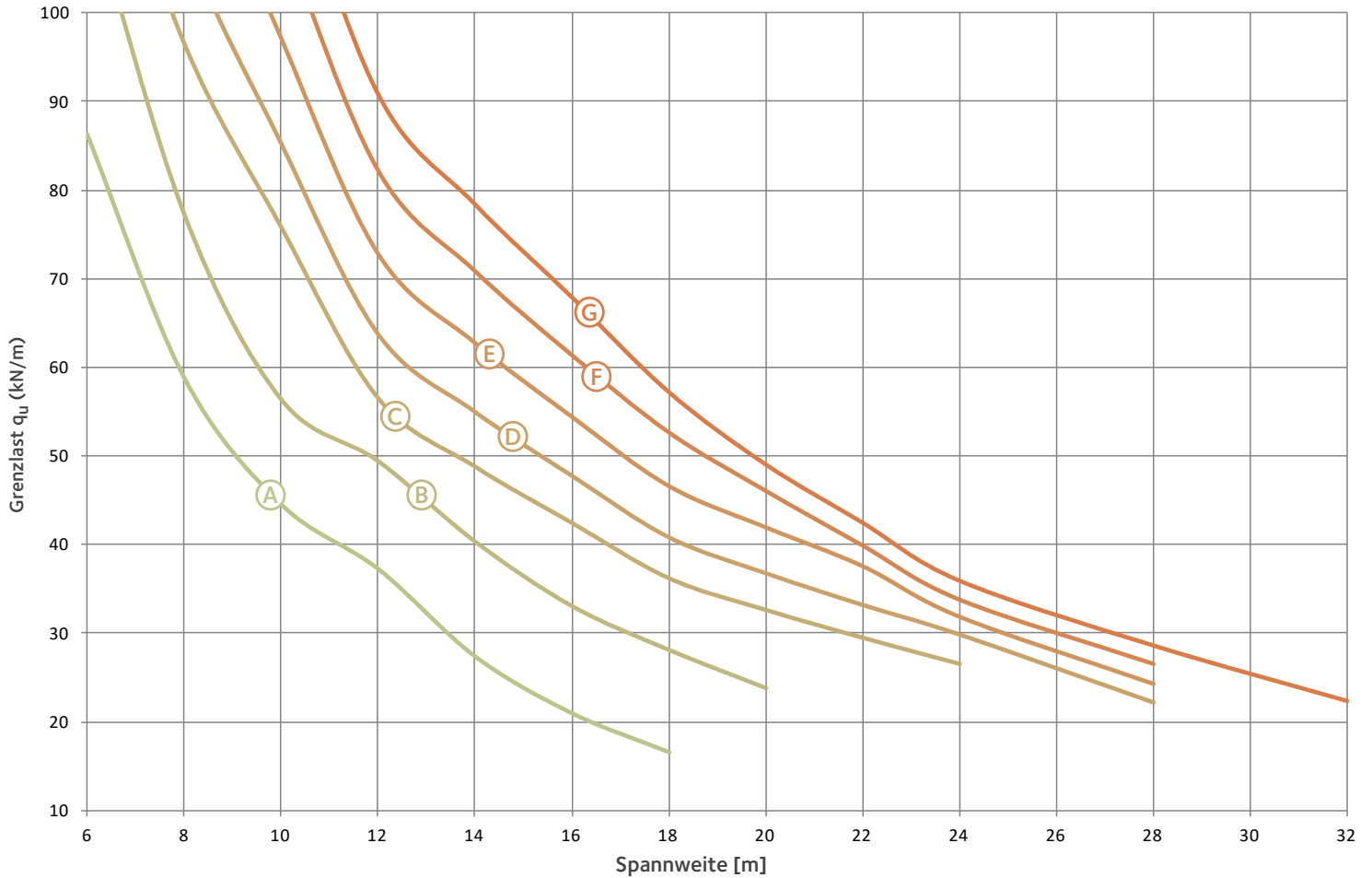
Profil	Abmessungen (mm)					Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]													
	a_0	w	s	e	H_t	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	28	32		
(A)	HE 300 A	305	200	305	1010	442,5	111,6	75,7	57,3	41,4	30,4	23,2	18,3						
(B)	HE 320 A	325	200	325	1050	472,5	124,9	85,3	61,0	47,2	38,4	32,1	27,7	23,6					
(C)	HE 360 A	365	250	365	1230	532,5	150,9	96,5	71,0	59,4	49,3	35,2	35,9	29,6	24,6				
(D)	HE 400 A	405	250	405	1310	592,5		109,8	89,1	69,6	59,7	50,2	42,7	35,3	29,4	24,8			
(E)	HE 450 A	455	250	455	1410	667,5		143,7	99,1	85,4	71,8	56,5	51,2	42,1	35,8	30,2	22,2		
(F)	HE 550 A	555	250	555	1610	817,5			128,1	102,5	86,7	74,6	56,2	51,0	47,0	41,5	30,7	23,5	
(G)	HE 650 A	655	250	655	1810	967,5				130,5	104,5	87,1	74,3	56,6	51,0	46,3	39,6	30,6	
(H)	HE 700 A	755	250	755	2010	1067,5					125,4	100,6	83,2	71,2	62,6	55,6	45,1	34,7	
(I)	HE 800 A	805	250	805	2110	1192,5					130,2	103,7	86,1	73,7	64,3	57,0	46,7	39,2	
(J)	HE 900 A	900	250	900	2300	1340						128,2	131,8	104,8	86,9	74,1	64,5	51,1	47,4

Diagramm 21: : Angelina®-Verbundträger, Ausgangsprofil HEB, S355 mit Cofraplus 60



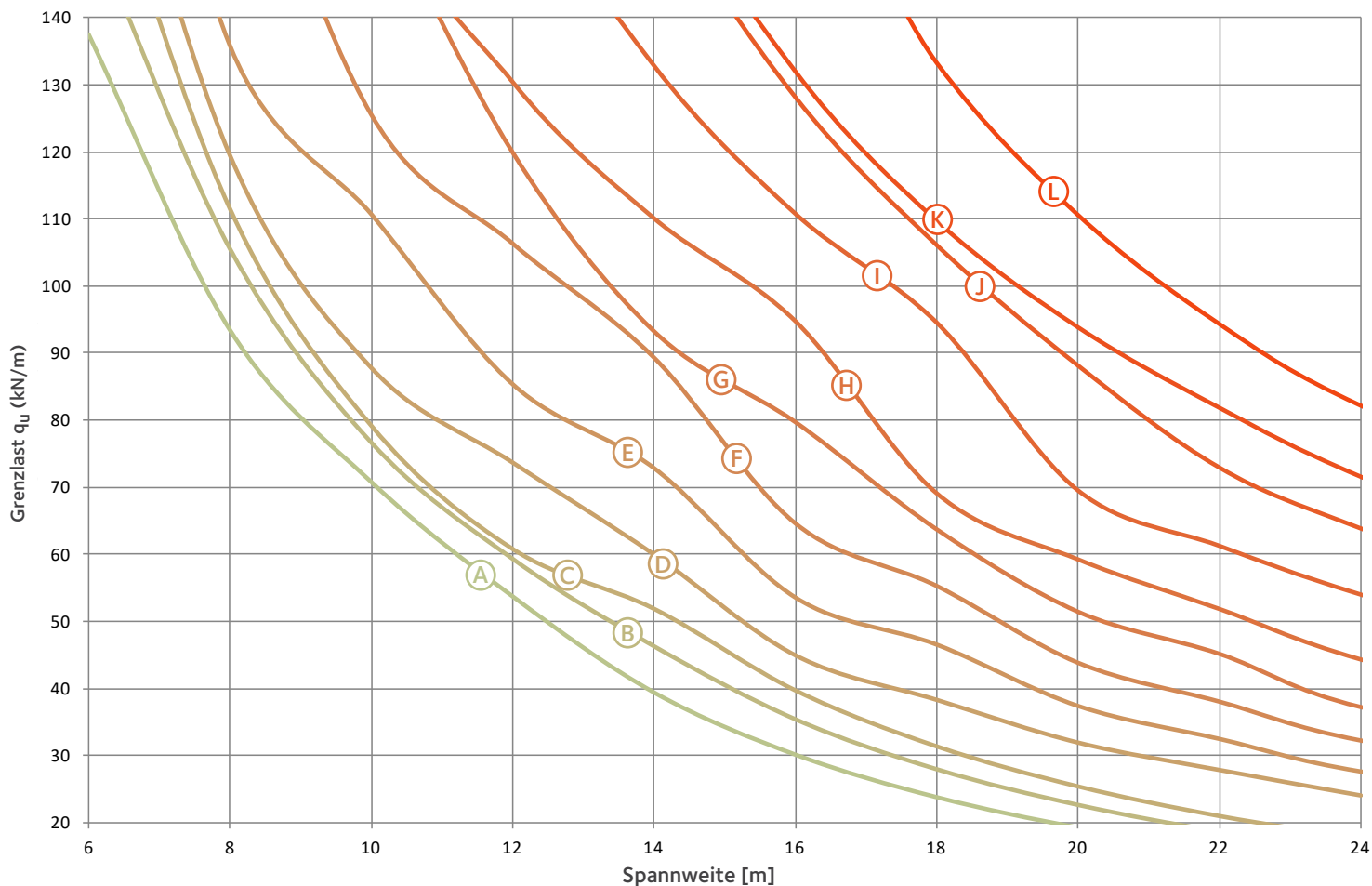
Profil	Abmessungen (mm)					Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]												
	a_0	w	s	e	H_t	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	28	32	
Ⓐ	HE 300 B	315	250	315	1130	457,5	129,3	87,5	71,0	56,6	47,4	40,4	33,5	27,7	22,9			
Ⓑ	HE 320 B	335	250	335	1170	487,5	138,5	105,6	79,3	62,6	53,3	45,4	37,5	31,1	25,9	21,7		
Ⓒ	HE 360 B	380	300	380	1360	550		120,6	86,2	70,8	58,0	50,3	43,8	37,0	31,0	26,2		
Ⓓ	HE 400 B	420	300	420	1440	610		137,9	106,4	81,9	69,1	57,7	51,4	43,3	36,4	30,7	22,6	
Ⓔ	HE 450 B	475	300	475	1550	687,5		151,5	120,9	98,1	76,2	68,8	60,4	51,3	43,3	36,7	27,2	20,8
Ⓕ	HE 500 B	525	300	525	1650	762,5			132,4	111,1	94,3	80,4	70,5	56,4	51,1	43,2	32,0	24,6
Ⓖ	HE 550 B	580	300	580	1760	840				130,6	107,7	88,4	78,1	65,7	58,1	49,4	36,6	28,2
Ⓗ	HE 650 B	680	300	680	1960	990				153,2	125,4	104,8	89,5	78,3	69,6	61,0	46,7	36,0
Ⓘ	HE 700 B	730	300	730	2060	1065					154,9	130,7	109,8	94,0	82,0	70,9	52,6	40,5
Ⓙ	HE 800 B	780	300	780	2160	1190						136,3	112,6	96,3	83,9	74,4	64,1	49,4
Ⓚ	HE 900 B	830	350	830	2360	1315							155,9	128,6	109,9	95,2	77,7	59,8

Diagramm 22: Angelina®-Verbundträger, Ausgangsprofil HD, S355 mit Cofraplus 60



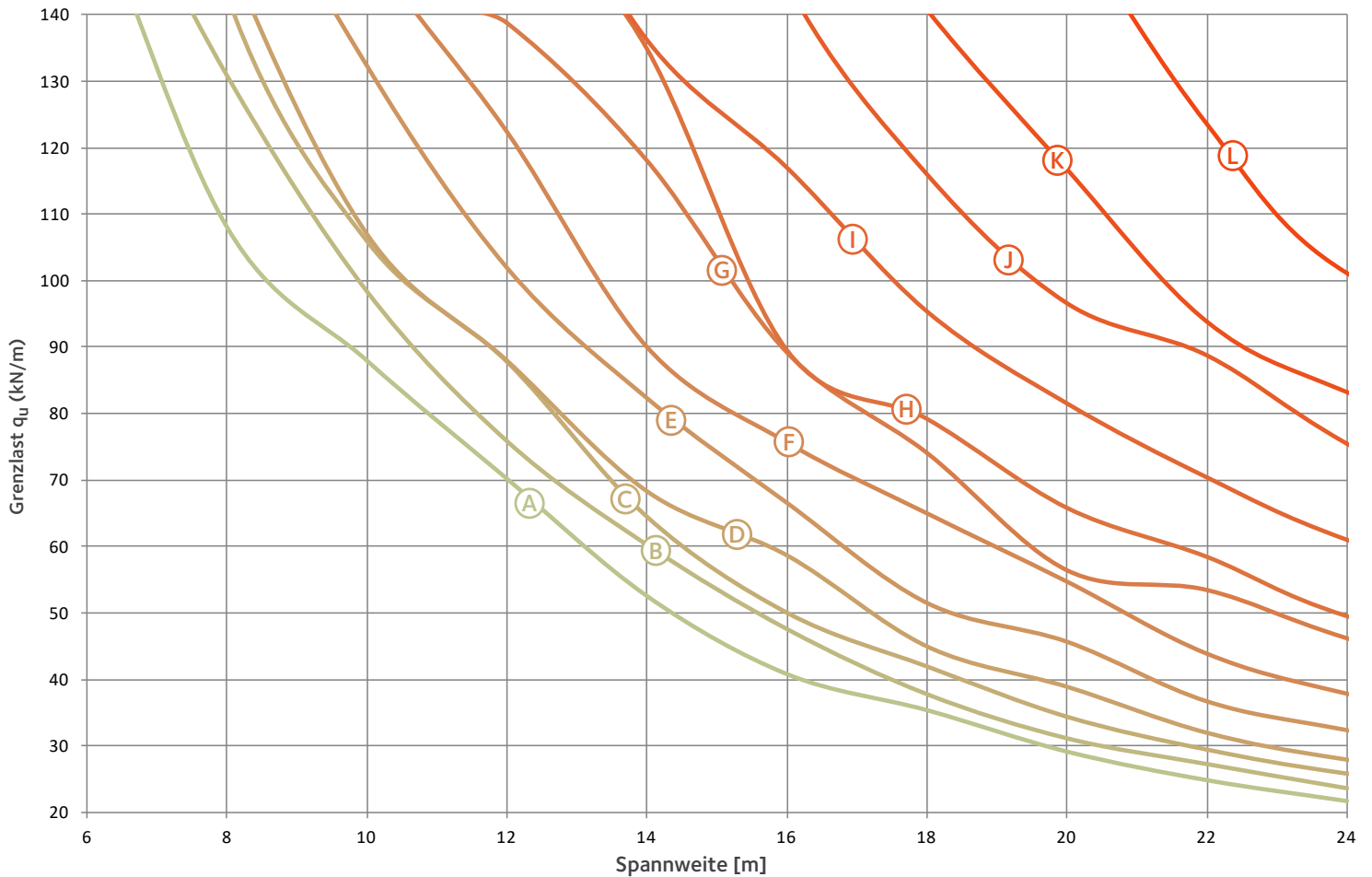
Profil	Abmessungen (mm)					Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]												
	a_0	w	s	e	H_t	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	30	32	
Ⓐ	HD 320 x 74.2	350	200	350	1100	476	86,4	58,9	44,6	37,3	27,4	21,0	16,6					
Ⓑ	HD 320 x 97.6	350	200	350	1100	485	113,6	77,4	56,5	49,5	40,4	33,1	28,2	23,9				
Ⓒ	HD 360 x 147	440	300	440	1480	580	128,4	96,6	75,9	56,6	48,8	42,4	36,2	32,6	29,5	26,5		
Ⓓ	HD 360 x 162	440	300	440	1480	584	144,4	108,8	85,4	63,8	55,0	47,8	40,8	36,8	33,2	29,8	22,2	
Ⓔ	HD 360 x 179	440	300	440	1480	588		124,2	97,3	72,9	62,8	54,5	46,7	42,0	37,6	31,9	24,3	
Ⓕ	HD 360 x 196	440	300	440	1480	592		140,1	109,6	82,3	70,9	61,4	52,7	46,1	39,9	33,8	26,6	
Ⓖ	HD 400 x 216	440	300	440	1480	595		155,0	121,2	90,9	78,4	67,9	57,2	49,0	42,4	35,9	28,6	22,3

Diagramm 23: Angelina®-Verbundträger, Ausgangsprofil HEA, HISTAR® 460 mit Cofraplus 60



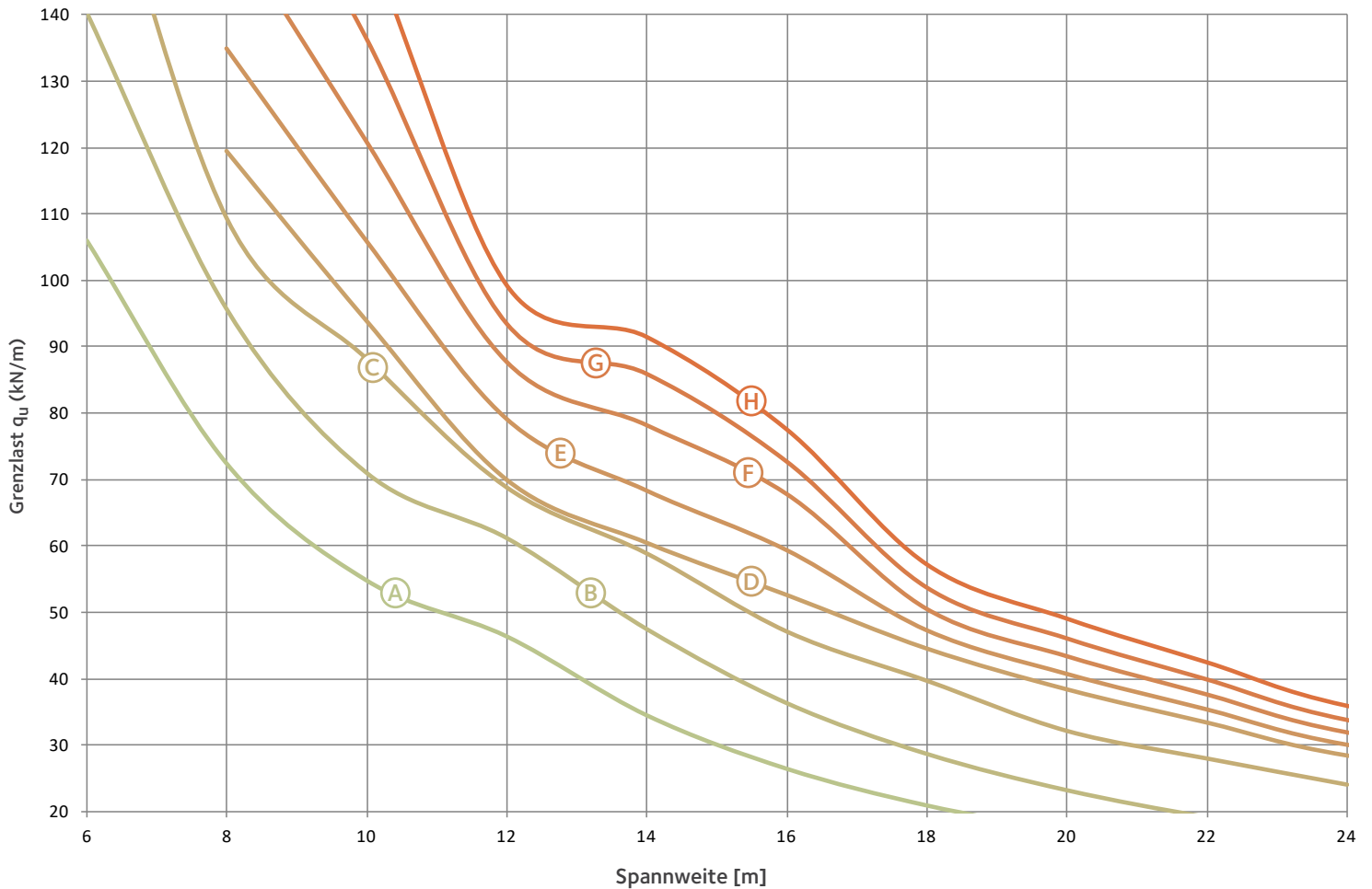
Profil	Abmessungen (mm)					Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]											
	a_0	w	s	e	H_t	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24		
A	HE 300 A	305	200	305	1010	442,5	137,5	93,4	70,7	53,7	39,4	30,1	23,8	19,2	15,9		
B	HE 320 A	325	200	325	1050	472,5		105,6	76,7	59,3	46,3	35,4	27,9	22,6	18,6	15,7	
C	HE 340 A	340	200	340	1080	500		111,6	79,3	60,9	52,0	39,8	31,4	25,5	21,0	17,7	
D	HE 360 A	365	250	365	1230	532,5		119,5	87,8	73,7	60,0	44,9	38,3	31,9	27,8	24,0	
E	HE 400 A	405	250	405	1310	592,5		135,9	110,7	85,4	72,9	53,6	46,5	37,4	32,5	27,6	
F	HE 450 A	455	250	455	1410	667,5			125,6	106,4	89,4	64,7	55,4	43,9	38,1	32,3	
G	HE 500 A	500	250	500	1500	740				120,0	93,3	79,8	63,8	51,4	45,2	37,2	
H	HE 550 A	555	250	555	1610	890				130,4	110,1	94,7	69,0	59,2	51,8	44,3	
I	HE 650 A	655	250	655	1810	967,5					132,9	110,8	94,6	69,6	61,3	54,0	
J	HE 700 A	755	250	755	2010	1067,5						128,1	106,1	88,1	72,9	63,8	
K	HE 800 A	805	250	805	2110	1192,5							132,1	109,8	93,9	81,9	71,6
L	HE 900 A	900	250	900	2300	1340								133,4	110,6	94,4	82,2

Diagramm 24: : Angelina®-Verbundträger, Ausgangsprofil HEB, HISTAR® 460 mit Cofraplus 60



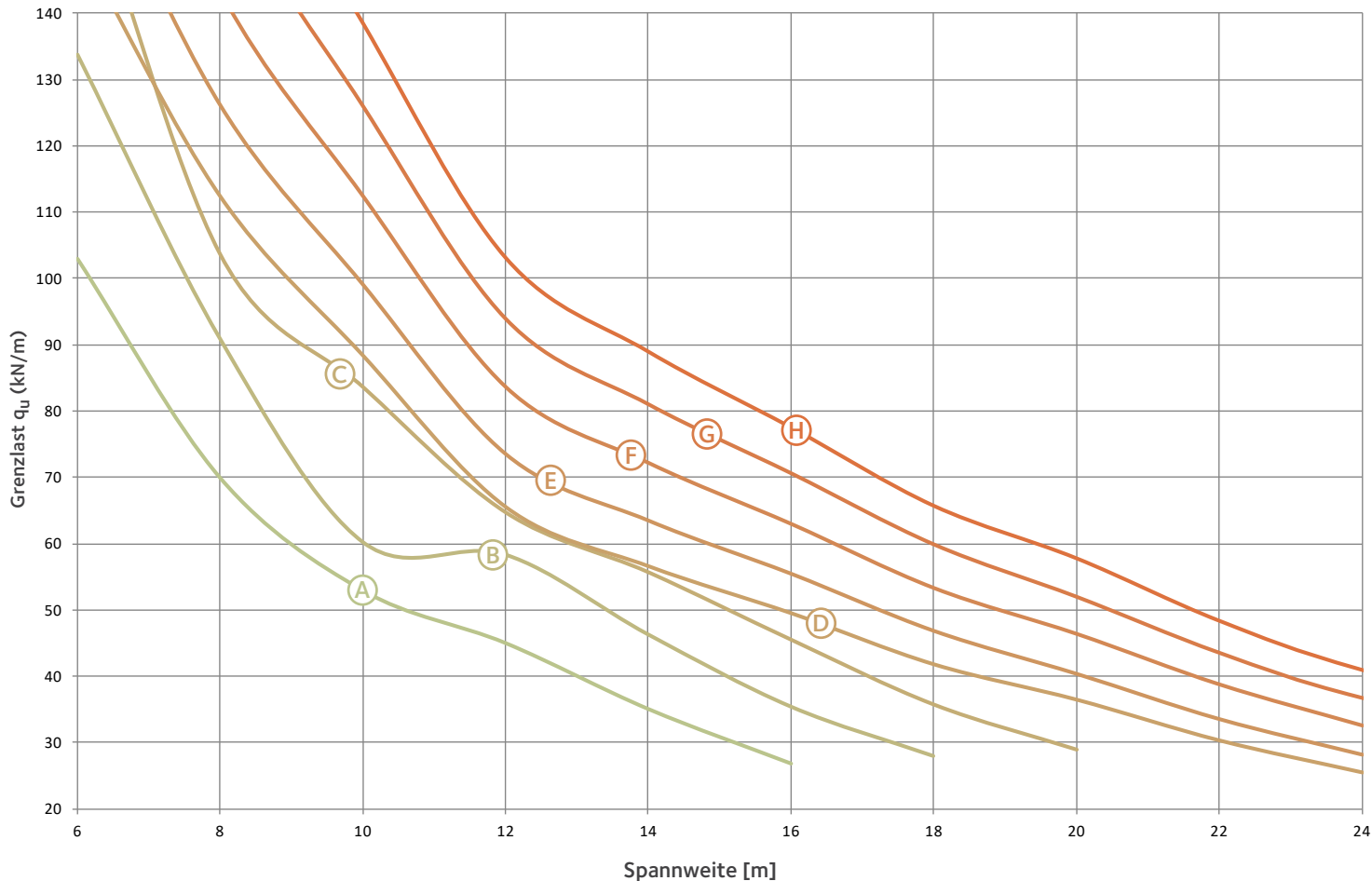
Profil	Abmessungen (mm)	Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]														
		a_0	w	s	e	H_t	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Ⓐ	HE 300 B	315	250	315	1130	457,5		108,2	88,0	70,2	52,6	40,8	35,4	29,1	24,8	21,7
Ⓑ	HE 320 B	335	250	335	1170	487,5		131,0	98,5	76,0	60,3	47,7	37,8	31,2	27,3	23,7
Ⓒ	HE 340 B	355	250	355	1210	517,5			106,0	87,8	64,5	50,0	41,9	34,3	29,4	25,8
Ⓓ	HE 360 B	380	300	380	1360	550			107,1	88,0	68,4	58,7	45,0	38,9	32,0	28,0
Ⓔ	HE 400 B	420	300	420	1440	610			132,4	102,0	82,4	66,6	51,5	45,7	36,7	32,4
Ⓕ	HE 450 B	475	300	475	1550	687,5				122,5	90,1	75,7	65,0	54,8	43,9	37,9
Ⓖ	HE 500 B	525	300	525	1650	762,5				138,8	118,1	89,2	74,1	56,4	53,4	46,2
Ⓗ	HE 550 B	580	300	580	1760	840					134,8	89,5	79,1	65,7	58,4	49,5
Ⓘ	HE 650 B	680	300	680	1960	990					136,3	117,0	95,4	81,5	70,4	61,0
Ⓙ	HE 700 B	730	300	730	2060	1065						116,1	96,7	88,8	75,5	
Ⓚ	HE 800 B	780	300	780	2160	1190							116,7	93,8	83,2	
Ⓛ	HE 900 B	830	350	830	2360	1315								123,6	101,1	

Diagramm 25: Angelina®-Verbundträger, Ausgangsprofil HD, HISTAR® 460 mit Cofraplus 60



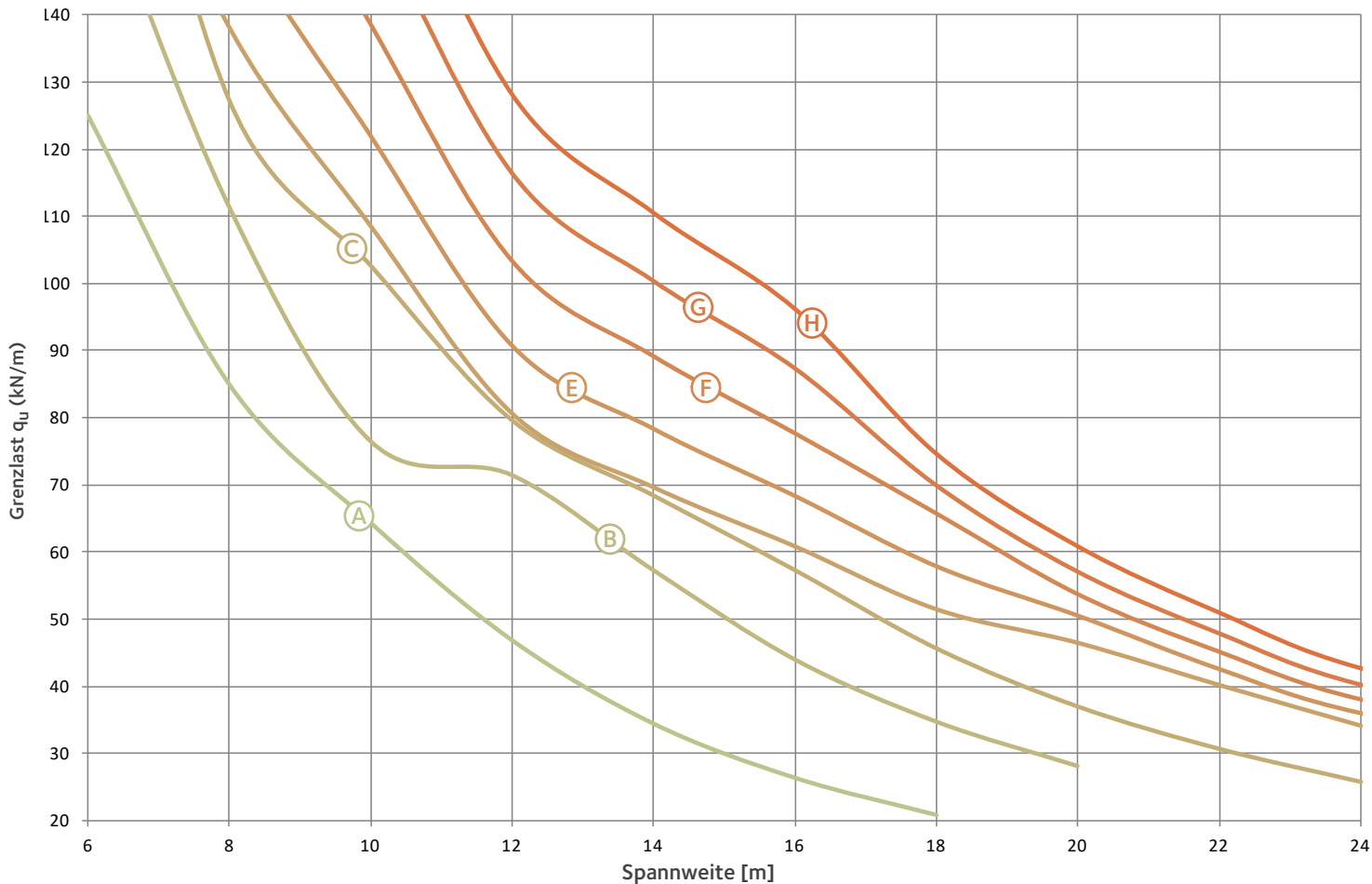
Profil	Abmessungen (mm)					Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]											
	a_0	w	s	e	H_t	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24		
Ⓐ	HD 320 x 74.2	350	200	350	1100	476	106,1	72,4	54,8	46,3	34,4	26,4	20,8	16,9			
Ⓑ	HD 320 x 97.6	350	200	350	1100	485		95,6	71,0	61,2	47,5	36,4	28,7	23,3	19,2	16,2	
Ⓒ	HD 320 x 127	350	300	350	1300	495		109,3	88,2	68,8	58,8	47,1	39,7	32,1	28,0	24,0	
Ⓓ	HD 360 x 147	440	300	440	1480	580		119,5	93,9	70,0	60,5	52,6	44,5	38,4	33,4	28,4	
Ⓔ	HD 360 x 162	440	300	440	1480	584		134,8	105,9	79,1	68,3	59,3	47,3	40,7	35,4	30,1	
Ⓕ	HD 360 x 179	440	300	440	1480	588			120,9	87,7	78,2	67,8	50,5	43,4	37,6	31,9	
Ⓖ	HD 360 x 196	440	300	440	1480	592			136,5	93,6	86,0	72,8	53,8	46,1	39,9	33,8	
Ⓗ	HD 400 x 216	440	300	440	1480	595				99,3	91,5	77,6	57,2	49,0	42,4	35,9	

Diagramm 26: Angelina®-Verbundträger, Ausgangsprofil HD, S355 mit Cofradal 200



Profil	Abmessungen (mm)					Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]											
	a_0	w	s	e	H_t	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24		
Ⓐ	HD 320 x 74.2	350	200	350	1100	476	102,9	69,9	52,9	45,0	35,0	26,8					
Ⓑ	HD 320 x 97.6	350	200	350	1100	485	133,8	90,9	60,3	58,4	46,3	35,5	28,0				
Ⓒ	HD 320 x 127	350	300	350	1300	495		103,6	83,6	64,8	55,7	45,6	35,8	29,0			
Ⓓ	HD 360 x 147	440	300	440	1480	580		112,4	88,3	65,5	56,5	49,4	41,7	36,4	30,2	25,4	
Ⓔ	HD 360 x 162	440	300	440	1480	584		126,1	99,0	73,5	63,4	55,4	46,8	40,3	33,5	28,1	
Ⓕ	HD 360 x 179	440	300	440	1480	588			112,3	83,6	72,1	62,9	53,2	46,3	38,7	32,5	
Ⓖ	HD 360 x 196	440	300	440	1480	592			126,0	93,9	81,0	70,6	59,8	51,9	43,5	36,7	
Ⓗ	HD 400 x 216	440	300	440	1480	595			138,5	103,2	89,0	77,6	65,8	57,8	48,4	41,0	

Diagramm 27: Angelina®-Verbundträger, Ausgangsprofil HD, HISTAR® 460 mit Cofradal 200



Profil	Abmessungen (mm)					Grenzlast q_u [k_N/m] abhängig von der Spannweite [m]										
	a_0	w	s	e	H_t	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
Ⓐ	HD 320 x 74.2	350	200	350	1100	476	125,1	85,0	64,4	46,9	34,4	26,4	20,8			
Ⓑ	HD 320 x 97.6	350	200	350	1100	485		111,4	76,5	71,5	57,3	44,1	34,8	28,2		
Ⓒ	HD 320 x 127	350	300	350	1300	495		127,3	102,7	79,7	68,4	57,3	45,7	37,0	30,7	25,8
Ⓓ	HD 360 x 147	440	300	440	1480	580		138,2	108,6	80,6	69,6	60,8	51,4	46,4	40,1	34,0
Ⓔ	HD 360 x 162	440	300	440	1480	584			122,0	90,7	78,3	68,3	57,8	50,5	42,5	36,0
Ⓕ	HD 360 x 179	440	300	440	1480	588			138,7	103,4	89,2	77,7	65,8	53,8	45,2	38,1
Ⓖ	HD 360 x 196	440	300	440	1480	592				116,5	100,4	87,4	70,0	57,1	47,9	40,3
Ⓗ	HD 400 x 216	440	300	440	1480	595				128,2	110,6	96,3	74,7	60,9	51,0	42,8



13. unsere Unterstützung für Ihr Projekt

- Technische Beratung

Wir unterstützen Sie bei der Konzeption und Entwicklung innovativer Lösungen, um die Stärken unserer Stähle bestmöglich auszunutzen. Um die Verwendung unserer Produkte und Lösungen und sämtliche Fragen rund um den Einsatz von Profil- und Stabstahl zu beantworten, stellen wir Ihnen eine kostenlose technische Beratung zur Verfügung. Diese reicht vom Tragwerksentwurf und der Vordimensionierung über Oberflächen und Brandschutz, Metallurgie bis hin zu Konstruktionsdetails und zur Schweißtechnik.

Unsere Spezialisten stehen Ihnen jederzeit zur Verfügung, um Sie bei Ihren Aktivitäten weltweit zu unterstützen und um die Anwendung unserer Produkte zu optimieren.

sections.sales@arcelormittal.com

- Anarbeitung der Träger

Wir halten verschiedene technische Einrichtungen für die Anarbeitung vor, um das Angebot zu optimieren. Unsere Möglichkeiten zur Anarbeitung umfassen folgende Bereiche:

Bohren, Brennschneiden, Zuschneiden auf T-Querschnitt, Ausklinken, Überhöhen, Biegen, Richten, Kaltsägen auf exakte Längen, Aufschweißen von Kopfbolzendübeln, Strahlen, Oberflächenbehandlung.

- Plädoyer für den Umbruch

Steligen[®] sieht vor, dass Gebäude als integrierte, ja beinahe „lebendige“ Einheiten betrachtet werden müssen, die in die urbane Umgebung eingebettet werden. In diesem Zusammenhang wird angeregt, dass eine breiter angelegte und transparentere Zusammenarbeit zwischen Architekten, Ingenieuren und Bauträgern erforderlich ist, da ohne sie das Potenzial zur Lösung der scheinbar konkurrierenden Anforderungen an Kreativität, Flexibilität, Nachhaltigkeit und Ökonomie zwangsläufig beeinträchtigt wird.

Der Steligen[®]-Ansatz enthält eine breite Palette von Stahlprodukten für den Bau, die individuell eine Wertschöpfung darstellen, gemeinsam jedoch ein überzeugendes Portfolio mit einer Reihe festgelegter Vorteile darstellen.

Weitere Informationen:

Software und technische Dokumentation:
sections.arcelormittal.com

Beispiele unseres Produktsortiments für das Bauwesen (Tragwerk, Fassade, Dach, usw.):
constructalia.arcelormittal.com

Kontakt für technische Unterstützung:

steligen.engineering@arcelormittal.com

Für andere Märkte:

sections.sales@arcelormittal.com

Weitere Informationen über Steligen[®]:

steligen.arcelormittal.com

Kontakt

Technische Unterstützung

ArcelorMittal Commercial Sections S.A.
66, rue de Luxembourg
L-4221 Esch-sur-Alzette
LUXEMBOURG

Tel.: + 352 5313 3010
sections.arcelormittal.com

Anarbeitung

Steligence® Fabrication Centre
Z.I. Gadderscheier
L-4984 Sanem
LUXEMBOURG

Tel.: +352 5313 3057
steligence.fabrication@arcelormittal.com

Wir sind in mehr als 60 Länder auf fünf
Kontinenten tätig.

Sie finden unsere Agentur vor Ort:
sections.arcelormittal.com/About us.

