

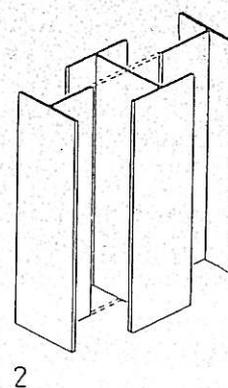
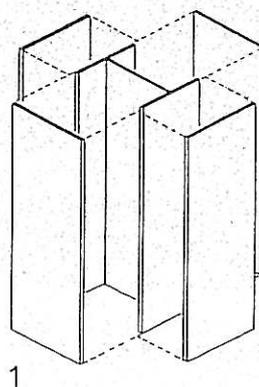
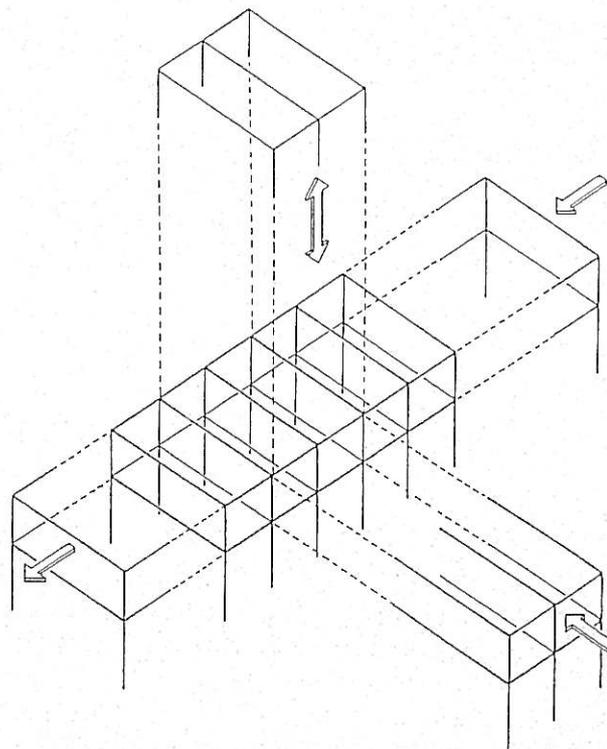
Gare TGV, Aeroport Roissy C.D.G., Paris 1994, Jean-Marie Duthilleul

Herausgeber	Lehrstuhl für Baukonstruktion II der Rheinisch - Westfälischen Technischen Hochschule Aachen Prof. Hartwig N. Schneider Schinkelstraße 1 - Reiffmuseum 52056 Aachen Telefon: 0241 - 803894 Telefax: 0241 - 8888315 Internet: www.architektur.rwth-aachen.de
Aktualisierung 09/99	Dirk Lüderwaldt, Dipl.-Ing. Architekt Nathalie Ness
Verantwortlich für die Kapitel Ordnungssysteme	Dirk Lüderwaldt, Dipl.-Ing. Architekt
Bauwerksgefüge	Dirk Lüderwaldt, Dipl.-Ing. Architekt
Erdreich	Ulla Cornelius, Dipl.-Ing. Architektin Dirk Lüderwaldt, Dipl.-Ing. Architekt Martin Sting, Dipl.-Ing. Architekt
Mauerwerk	Susanne Schmidt, Dipl.-Ing. Architektin
Beton	Martin Sting, Dipl.-Ing. Architekt
Holzbau	Hans-Jürgen Meschke, Dr.-Ing. Architekt
Stahlbau	Hans-Jürgen Meschke, Dr.-Ing. Architekt
Fassaden	Franz Stadler, Dipl.-Ing. Architekt
Dach	Olaf Allstedt, Dipl.-Ing. Architekt Roland Lelke, Dipl.-Ing. Architekt
Treppen	Ulla Cornelius, Dipl.-Ing. Architektin
Aufzüge + Fahrtreppen	Georg Giebeler, Dipl.-Ing. Architekt
Garagen + Technik	Georg Giebeler, Dipl.-Ing. Architekt
Fenster	Brigitte Meier, Dipl.-Ing. Architektin
Türen	Jörg Ziolkowski, Dipl.-Ing. Architekt
Bauzeichnungen	Brigitte Meier, Dipl.-Ing. Architektin
Mitarbeiter	Roland Burlaga René Clasen Marius Dittrich Nathalie Ness
Lehrstuhl für Baukonstruktion und Entwerfen Arbeitsblätter zur Baukonstruktion	7. verbesserte Auflage Aachen : Verlag der Augustinus Buchhandlung, 1999

ISBN 3-89653-698-2

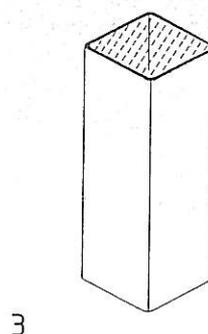
© 1999 Lehrstuhl für Baukonstruktion und Entwerfen
Verlag Mainz
Süsterfeldstraße 83
52072 Aachen
Telefon / Telefax 0241-8734 / 875577

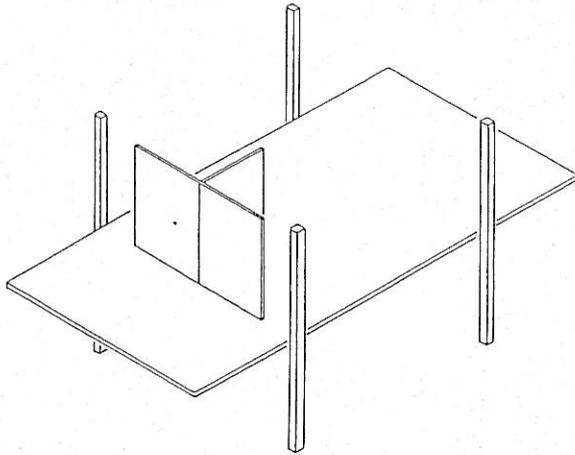
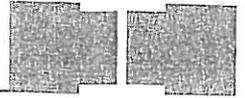
Die Vorzüge der Stahlskelettbauweise liegen in ihrer Vorfabrizierbarkeit, schnellen Montage und der guten Veränderbarkeit des Traggerüsts. Addition oder Subtraktion von Gebäudeabschnitten sind leicht möglich. Aufgrund der immer kürzer werdenden Lebenserwartung von Gebäuden sind die problemlose Demontierbarkeit und Materialverwertung besonders wichtig.



Notwendige Verstärkungen der Tragstruktur lassen sich mit relativ geringem Aufwand durchführen:

- 1) Verstärken der Stützenflansche und Vergrößerung der Knicksteifigkeit = Kastenstütze
- 2) Erweiterung eines HE-Profiles zur Kreuzstütze
- 3) Ausbetonieren von Hohlprofilen

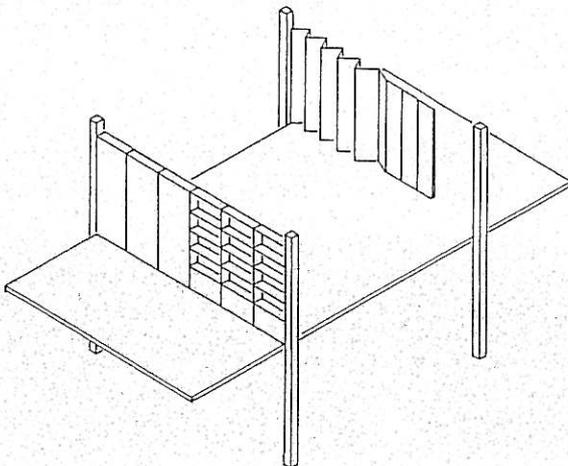




Großraum

Die Nutzung verlangt

- 1) offene Flächen ohne Abtrennungen oder Unterteilungen
- 2) Stellwände (als Sichtschutz) unterteilen den Raum; der Großraum bleibt weiterhin erfahrbar

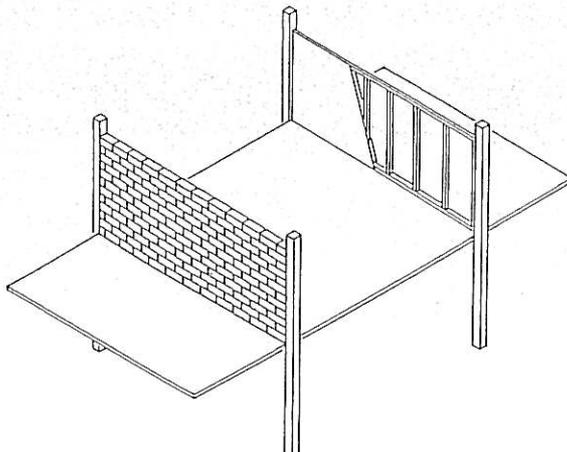


Kleinraum

Der Großraum wird durch

- 3) raumhohe, flexible Falt- und Schiebewände oder
- 4) versetzbare, elementierte, leichte Trennwände unterteilt.

Diese Unterteilung ist reversibel und ohne großen Arbeitsaufwand durchzuführen.



Nur noch mit größerem Aufwand veränderbar sind Unterteilungen durch

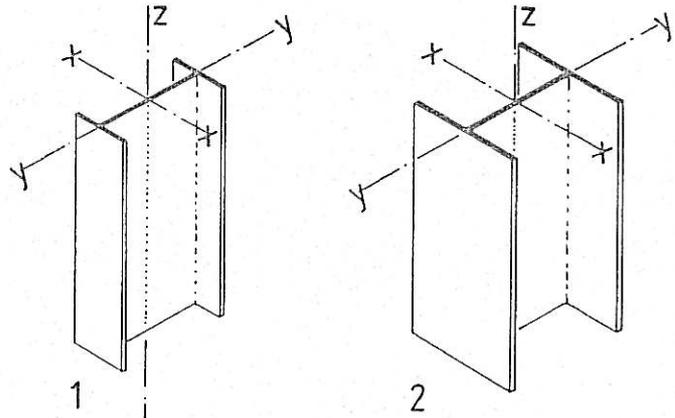
- 5) fest eingebaute Leichtbauwände auf Metallständergerüst

oder

- 6) massive Trennwände.

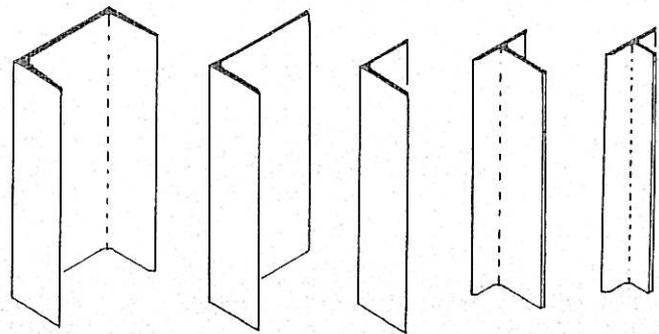
1) IPE-Profile

Eignen sich aufgrund ihres rechteckigen Querschnitts besonders zum Einsatz als Träger. Schmale Flansche ergeben eine geringe Knicksteifigkeit in diesen Achsen.



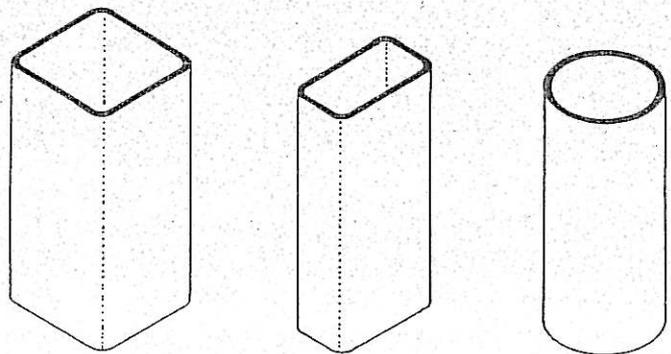
2) HE-Profile

HE-Profile sind wirtschaftliche Stützenprofile, da sie aufgrund ihrer breiten Flansche eine gute Knicksteifigkeit in beiden Richtungen besitzen. HE-Profile besitzen eine quadratische Projektionsfläche.



3) [- und Winkelprofile

Diese Profile eignen sich nur zum Zusammensetzen von Tragwerksgliedern.

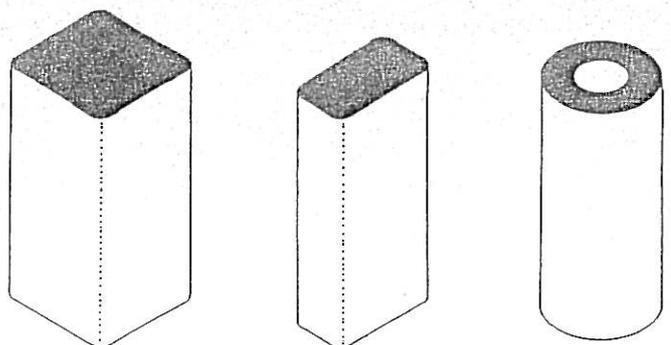


4) Hohlprofile

Hohlprofile zeichnen sich aufgrund ihrer Knicksteifigkeit aus. Ihre Tragfähigkeit ist jedoch begrenzt und der Materialpreis relativ hoch.

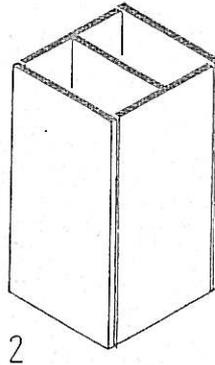
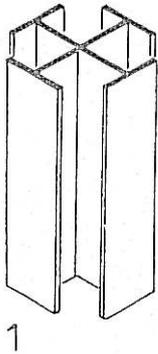
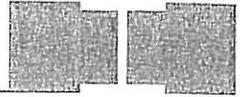
Rundrohrprofile werden meist in Bauten mit nicht rechtwinkligem Raster verwendet.

Alle Hohlprofile gibt es mit verschiedenen Wandstärken.



5) Vollprofile

Vollprofile eignen sich zum Abtragen großer Stützenlasten. Sie erreichen ohne oder mit nur geringem Brandschutz eine hohe Feuerwiderstandsklasse.

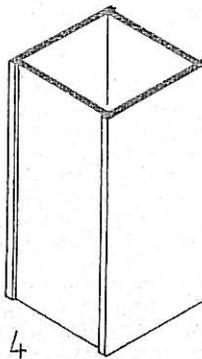
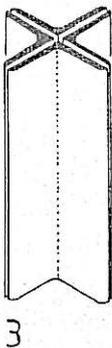


1) Leichte Kreuzstützen

Durch Aufschweißen eines halbierten IPE-Profils wird höhere Tragkraft und Knicksteifigkeit erreicht. Für schwere Kreuzstützen eignen sich HE-Profile.

2) HE-Profil mit aufgeschweißten Flachstählen

Dies hat zum einen eine Tragkraftvergrößerung zur Folge, zum anderen eine Verbesserung der Steifigkeit in der weichen Profilhachse.
-> Schwere Kastenstützen

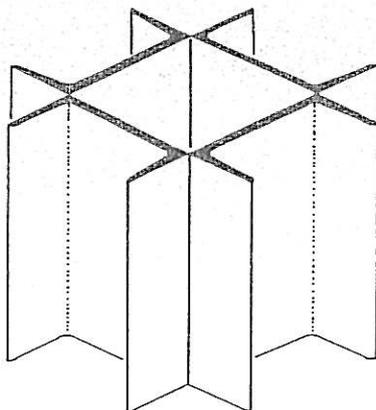
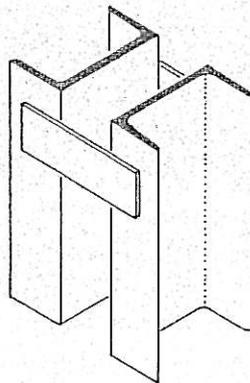
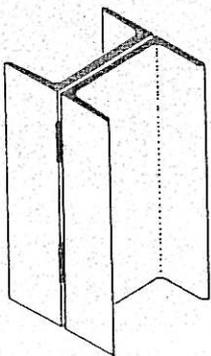


3) Aus 4 Winkelstählen zusammengesetzte Stützen

Diese Stützenform ist eher formalen Ursprungs und nicht sehr wirtschaftlich.

4) Kastenstützen aus 4 Flachstahltafeln

Sie sind besonders zum Abtragen schwerer Lasten geeignet. Gute Steifigkeit in beiden Achsen.



5) Zusammengesetzte Stützen aus [- Profilen

In der Regel liegen diesen Stützenformen formale Absichten zugrunde. Sie erscheinen filigraner als gewöhnliche Walzprofile.

Vollwandträger

Sie bestehen aus Walzprofilen und werden im Geschößbau am häufigsten verwendet.

Vorzugsweise sind es IPE-Profile mit Bauhöhen von 80 - 600 mm, seltener sind:

IPB - Breitflanschträger mit parallelen Flanschen, normale Ausführung

IPBv - verstärkte Ausführung

IPBI - leichte Ausführung

Lochstegträger

Bei großen Trägerhöhen wird der Steg in der neutralen Zone punktförmig ausgespart, um das Gewicht zu reduzieren und Installationsführungen in Trägerebene zu vereinfachen.

Wabenträger

Wabenträger entstehen aus trapezförmig aufgeschnittenen IPE- oder HE-Profilen.

Die beiden Trägerteile werden versetzt wieder zusammengeschweißt. Durch Einsetzen von Zwischenblechen läßt sich die Trägerhöhe noch vergrößern.

Fachwerkträger

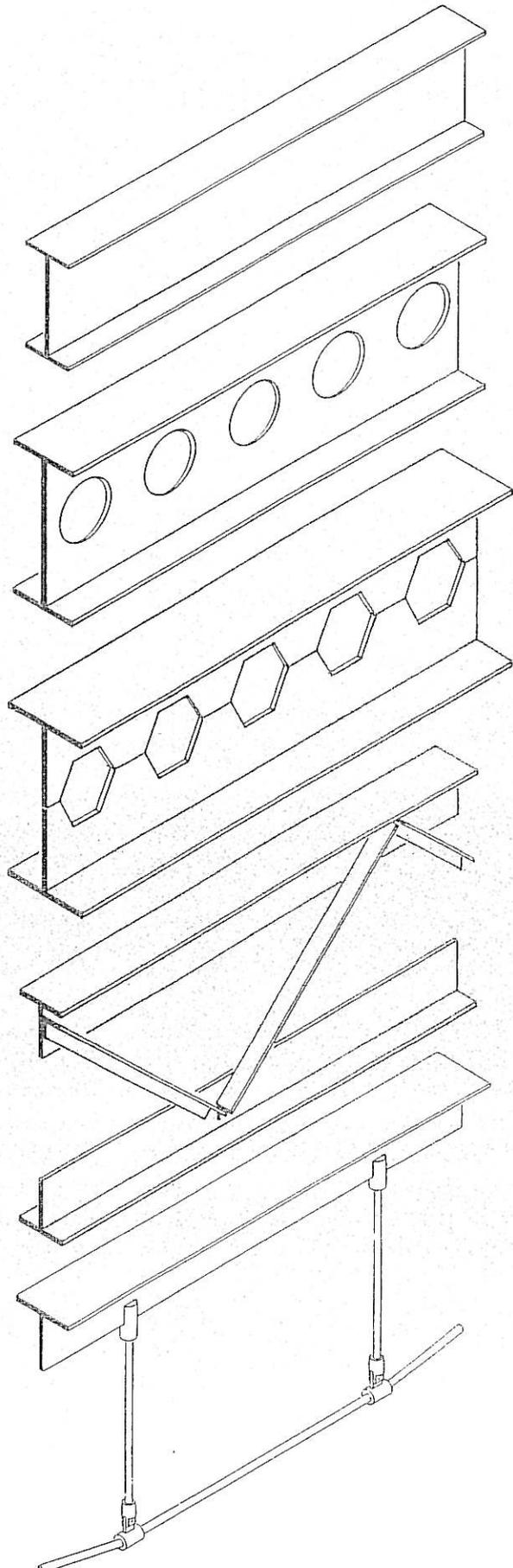
Fachwerkträger eignen sich besonders für große Trägerhöhen und Spannweiten.

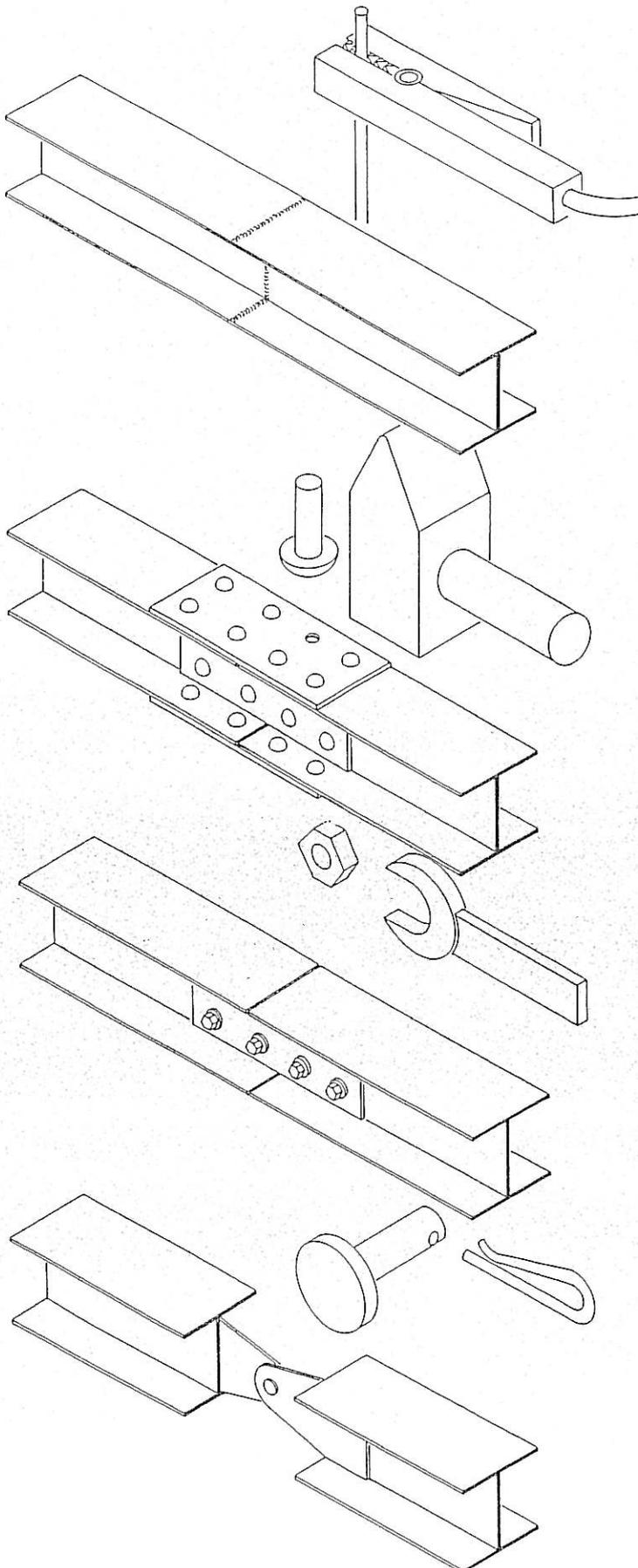
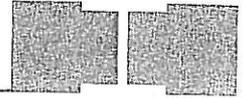
Vorteile sind geringer Materialbedarf und gute Leitungsführungsmöglichkeiten.

Als Nachteil ist der hohe Herstellungsaufwand anzusehen. Fachwerkträger können aus diversen Walz- oder Hohlprofilen hergestellt werden.

Unterspannte Träger

Unterspannte Träger eignen sich ebenso für große Spannweiten. Es lassen sich mit ihnen sehr zierliche Trägerkonstruktionen erreichen. Sie zeigen deutlich den Kräfteverlauf. Der Obergurt überträgt Druckkräfte, der Untergurt übernimmt Zugkräfte und kann als Seil ausgebildet werden.





Schweißen

Nicht lösbare Stahlverbindung. Der Verbund wird durch Stahlschmelz erreicht. Darf nur von speziell geschulten Fachleuten durchgeführt werden. Tragwerkanschlüsse dürfen in der Regel nicht auf der Baustelle geschweißt werden.

Nieten

ermöglichten die Herstellung von nicht lösbaren Stahlverbindungen und die Aufdickung der Flansche mittels Flachstählen. Die Nieten wurden in glühendem Zustand eingesetzt. Der herausstehende Schaft wurde mit dem Niethammer zum Nietkopf umgeformt. Nach Erkalten und Kontraktion der Nieten kam es zum Reibungsverbund. Heute sind Nietverbindungen nicht mehr gebräuchlich.

Schrauben

führen zu hochfesten, jedoch lösbaren Stahlverbindungen. Die Kraftübertragung erfolgt ähnlich dem Nieten durch Scher- und Reibungsverbund. Schraubenverbindungen beschleunigen die Montage.

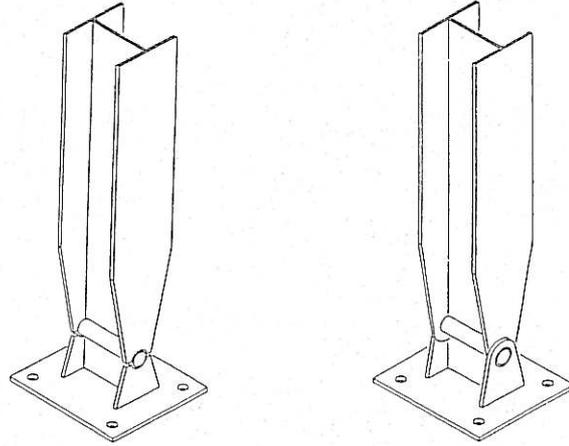
Bolzen und Splinte

ergeben lösbare Verbindungen. Sie eignen sich zur Ausbildung von Gelenken.

Stütze gelenkig gelagert

Stütze überträgt Druckkräfte und Horizontalkräfte. Zur Übertragung der Horizontalkräfte reicht die durch Stützenlast erzeugte Reibungskraft aus.

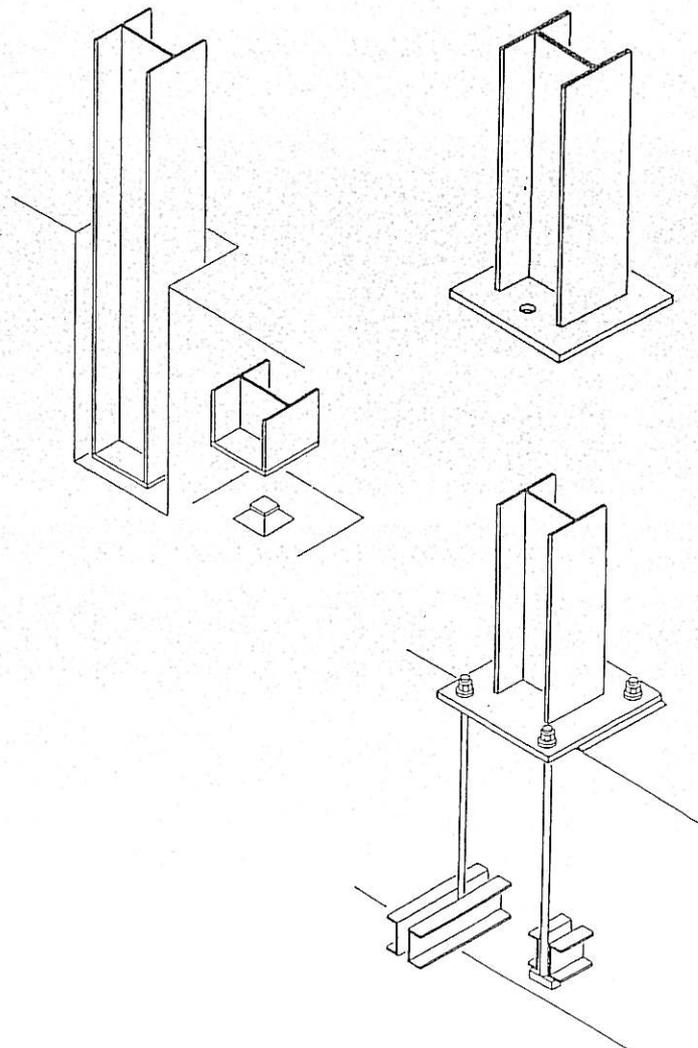
Stütze kann Druck-, Horizontal- und auch Zugkräfte übertragen. Zur Übertragung von Zugkräften muß die Bodenplatte im Fundament verankert werden.



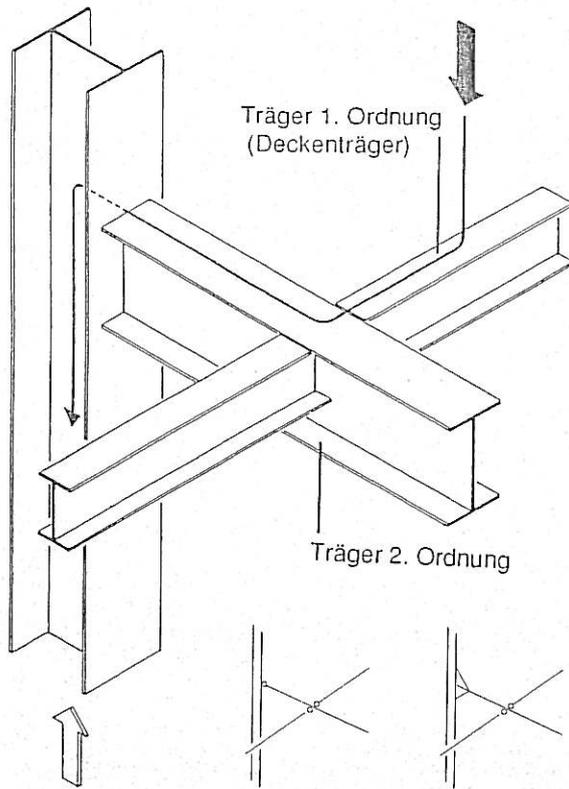
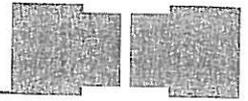
Stütze eingespannt

Dieser Stützenfuß gilt ebenfalls als einachsig gelenkig. Sehr wirtschaftlich!

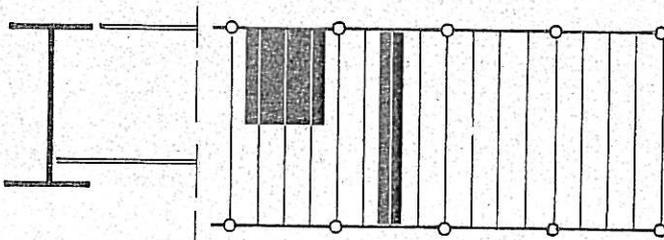
Einfache Art der Einspannung; die Stütze wird in Fundamentausparungen eingesetzt und mit Beton vergossen; zur Justierung dient eine Nivellierplatte. Bei größeren Lochtiefen sind an den Stützenflanschen Setzwinkel anzuordnen. Die Kopfplatte dient der Justierung und der Aufnahme von Zugkräften.



Einspannung mittels Ankerschrauben und Ankerbarren auf I - Profilen; bei kleineren Stützenprofilen kann auf die Ankerbarren verzichtet werden. Nachteil: Ankerschrauben müssen sehr genau versetzt werden!

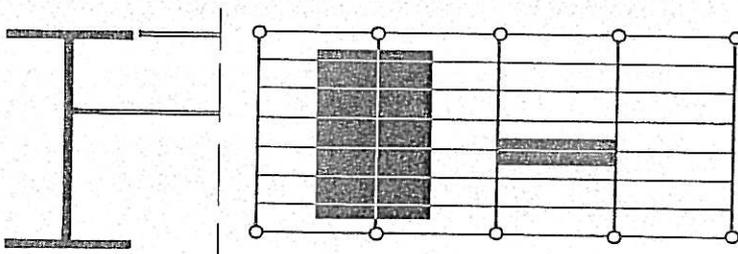


Im Stahlskelettbau übernimmt ein Trägersystem die Lastweiterleitung an die Stützen. Flächen- oder Punktlasten werden von der Deckenplatte aufgenommen und auf die Deckenträger (Träger 1. Ordnung) verteilt. Diese wiederum leiten die Last über den Hauptträger (Träger 2. Ordnung) an die Stütze. Hier wird die Last als Punktlast ins Fundament abgetragen. Bei gelenkigem Trägeranschluß wird die Stütze nur durch Normalkräfte (Druck und Zug) belastet. Im Falle einer Rahmenverbindung muß die Stütze zusätzlich auch Biegemomente aufnehmen können!



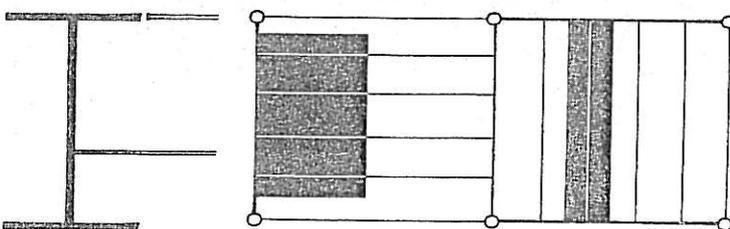
Rechteckraster

Großes Lastezugsfeld des Trägers 1. Ordnung und ein kleines Einzugsfeld des Trägers 2. Ordnung ergeben eine günstige Bauhöhe.



Rechteckraster

Kleines Lastezugsfeld des Trägers 1. Ordnung und ein großes Einzugsfeld des Trägers 2. Ordnung ergeben eine ungünstige Bauhöhe.

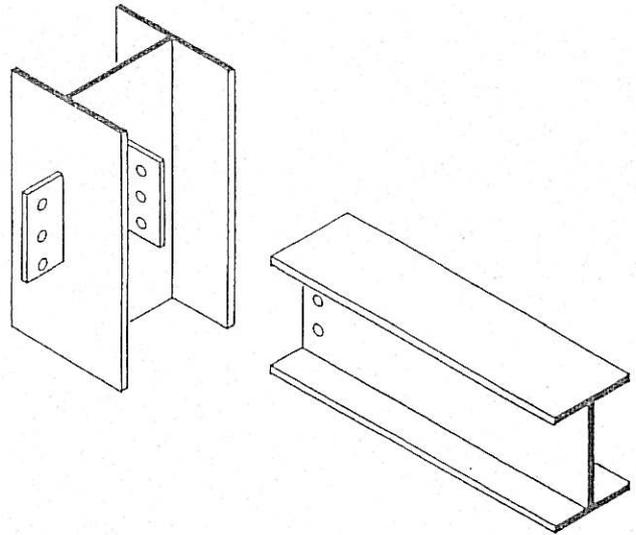


Quadratraster

Ein Quadratraster ist aufgrund des großen Lastezugsfeldes von Trägern 1. und 2. Ordnung sehr ungünstig.

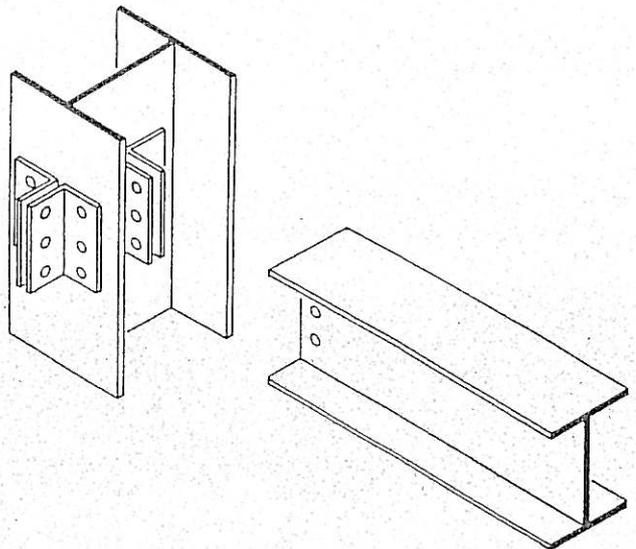
Steglaschenanschluß

Um Materialdicke zu den Profilachsen versetzt werden Flachstahlflansche auf die Stütze geschweißt, so daß die Profilachsen der Träger präzise auf die Profilachsen der Stütze reagieren.



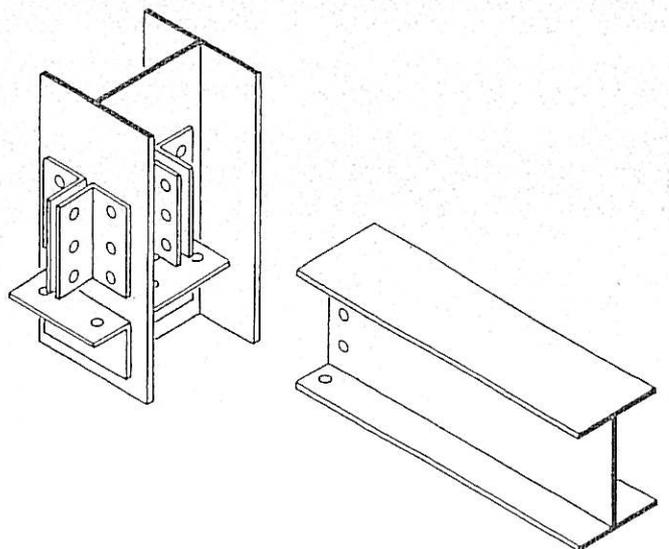
Schraubwinkelanschluß

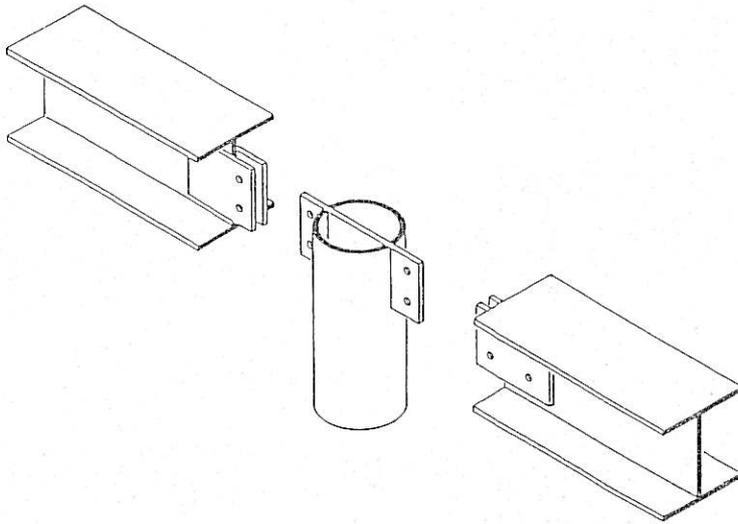
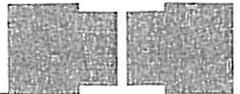
Winkelprofile werden mit Abstand der Trägerstegdicke parallel zu den Achsen auf die Stütze geschraubt.



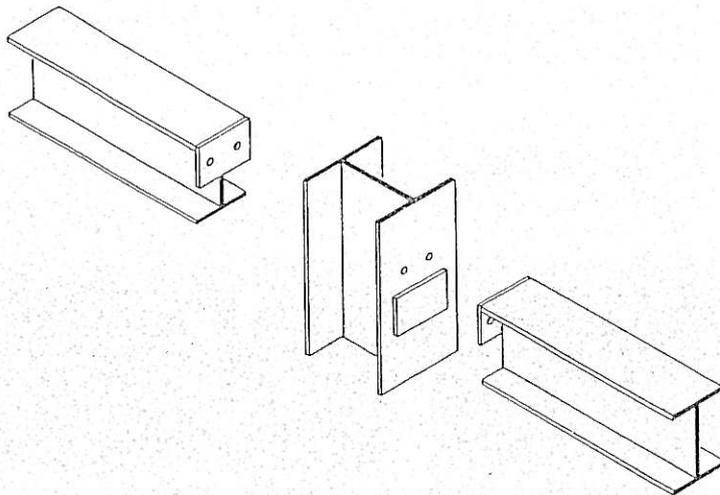
Schraubwinkelanschluß mit Konsole

Die Konsole ist in erster Linie als Montagehilfe für den Schraubwinkelanschluß gedacht.

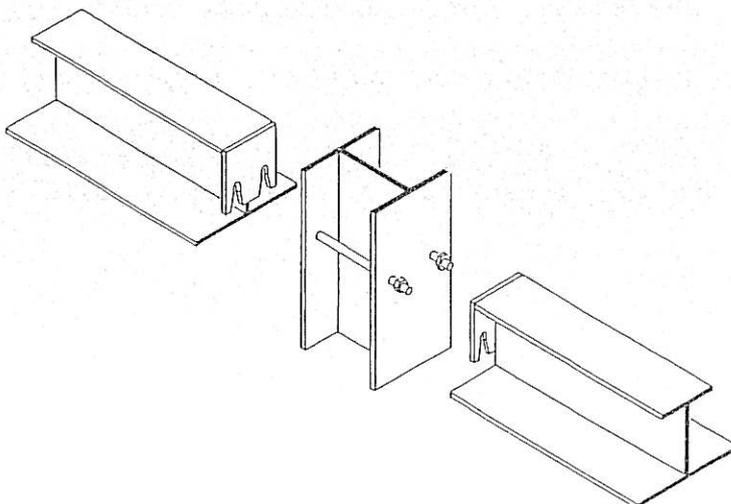




Trägeranschluß an Hohlprofil. Bei dickwandigen Hohlprofilen reichen aufgeschweißte Laschen. Dünnwandige Profile werden geschlitzt, und die Laschen werden durchgeführt und verschweißt.



Trägeranschluß mit angeschweißter Knagge und Kopfplatte zur leichteren Montage.

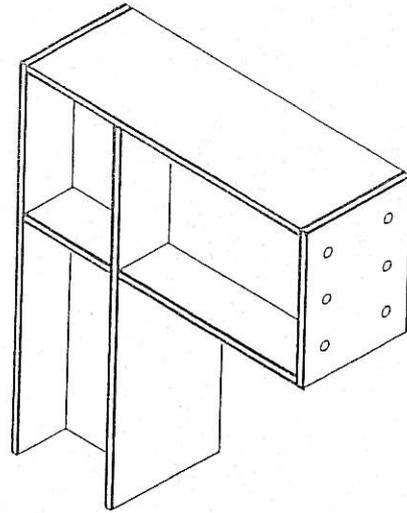


Bausystem der Firma ARBED

Die Träger werden mit einer Kopfplatte versehen und an den Stützen eingehängt. Auf die verbreiterten unteren Flansche werden vorgespannte Hohlplatten aufgelegt. Das z.Zt. wirtschaftlichste Stahlbausystem für Spannweiten von 8,40 m bis 12,00 m.

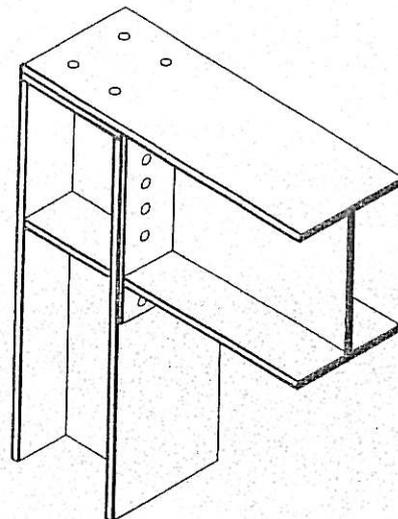
Voll geschweißte Rahmenecke mit Kopfplatte für Riegelanschluß

Rahmenecke wird werksmäßig hergestellt. Der Riegelanschluß erfolgt bauseits durch Verschraubung.



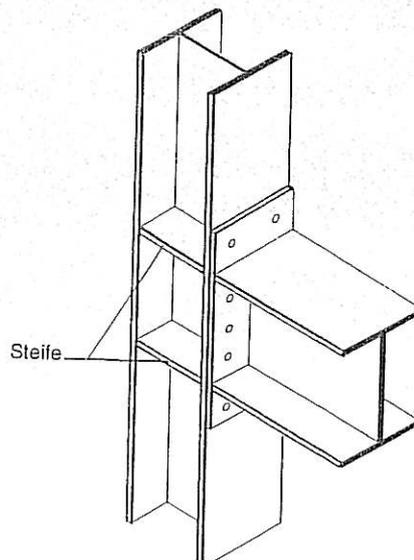
Geschraubte Rahmenecke

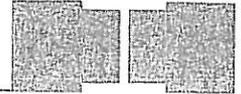
Stützen- und Riegelenden sind bauteilmäßig so ausgebildet, daß sie vor Ort verschraubt werden.



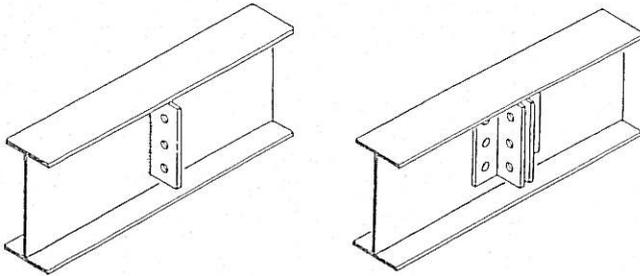
Kopfplattenanschluß bei Stockwerksrahmen

Bei dicken Stützenflanschen und geringen Momenten können die Steifen entfallen





Im allgemeinen gibt es 2 Träger-Träger-Anschlußmöglichkeiten :

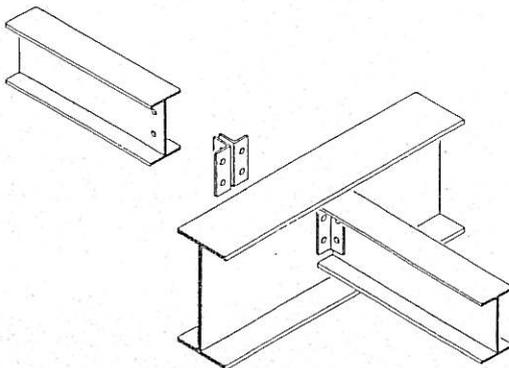


Steglaschenanschluß

Die Stegglaschen werden an das Stegblech des Hauptträgers geschweißt.

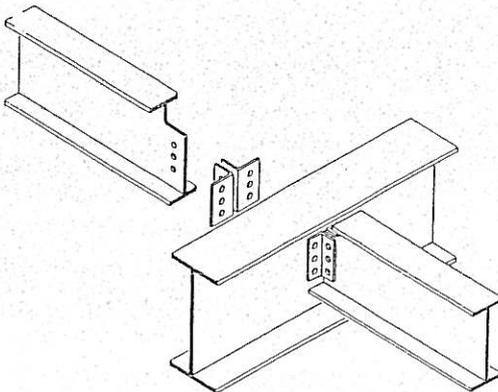
Winkelanschluß

Trägeranschluß mittels paarweise angeordneter Winkel. Reine Schraubenverbindung.



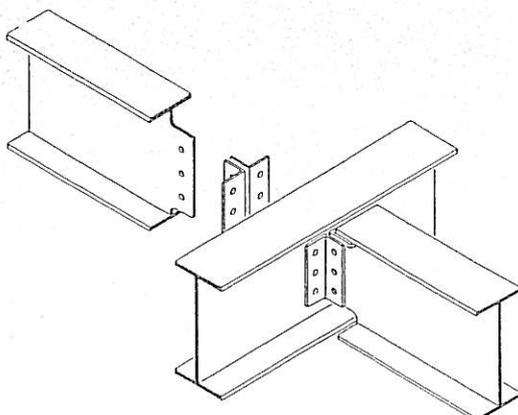
- 1) Kleiner Deckenträger wird mittig auf dem Unterzug angeschlossen. Beide Schwerpunktachsen liegen auf einer Ebene.

Nachteil: Höhendifferenz Hauptträger-Nebenträger



- 2) Kleiner Deckenträger wird höhengleich mit dem Obergurt an den Hauptträger angeschlossen.

Nachteil: Schwerpunktachsen liegen nicht auf einer Ebene

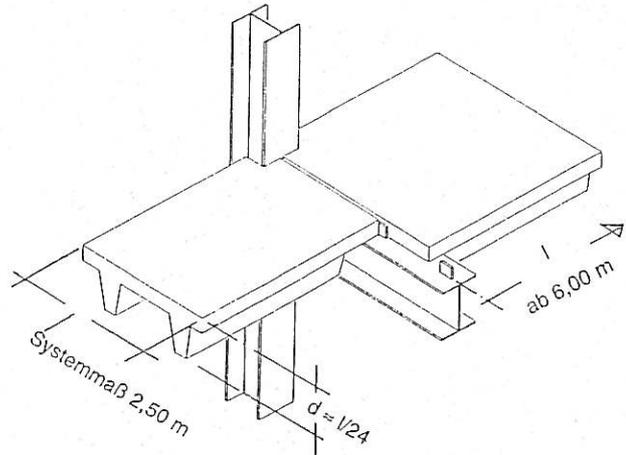


- 3) Deckenträger wird an gleichhohen Hauptträger angeschlossen.

Günstig, da kein Höhenversprung und beide Schwerpunktachsen auf einer Ebene.

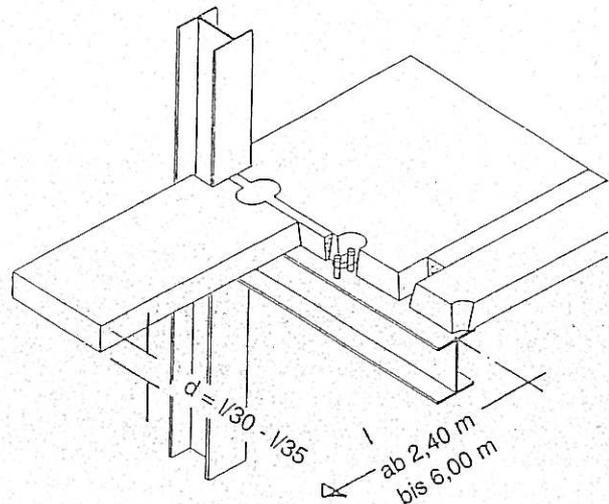
1) Betonfertigteildecken (ohne Verbundwirkung)

Vorgespannte Betonfertigteilplatten werden auf den Deckenträger aufgelegt.
Zur besseren Positionierung der Deckenplatten sind auf den Träger Distanzhalter geschweißt.



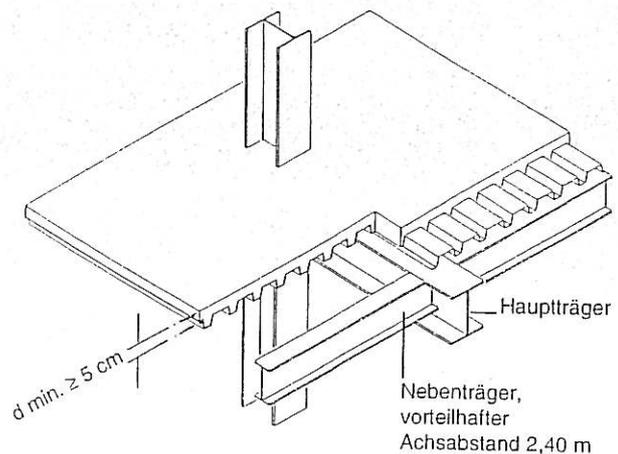
2) Betonfertigteildecken (mit Verbundwirkung)

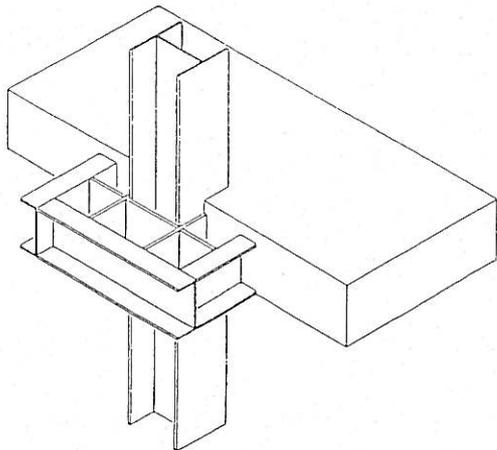
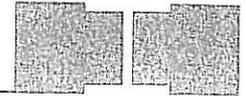
Bauweise 'Krupp-Montex':
Auf dem Träger werden bewehrte Betonplatten aufgelegt. Um einen Decken-Träger-Verbund zu erreichen, sind auf dem Träger Kopfbolzendübel aufgeschweißt, welche von vorstehenden Bewehrungsschleifen umfaßt werden. Die Hohlräume werden anschliessend vergossen.



3) Stahlblechdecke

- Decken mit tragendem Stahlblech. Aufbeton oder Estrich dienen nur der Lastverteilung, Schall- oder Brandschutz.
- Stahlblechdecken mit tragendem Aufbeton. Stahlblech dient nur als verlorene Schalung. Der bewehrte Aufbeton trägt allein.
- Stahlblechverbunddecke. Stahlblech wirkt als Bewehrung mit; Kraftübertragung erfolgt durch Sicken in den Stegen und unteren Flanschen oder durch Kopfbolzendübel (gleichzeitiger Verbund Träger - Decke)

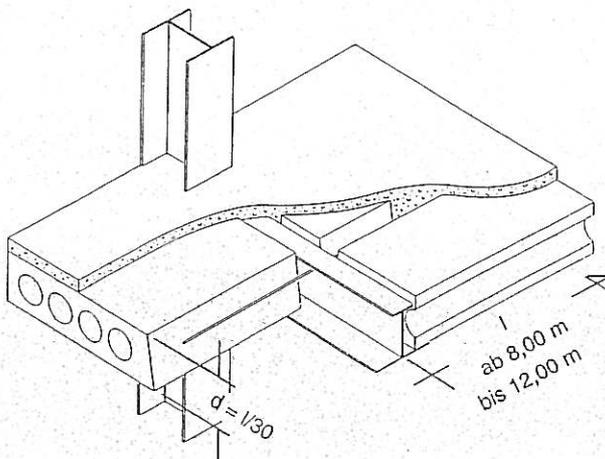




Flachdeckensystem mit Stahlpilz

Eignet sich für Geschosßbauten aller Art. Geringe Konstruktionshöhe, keine störenden Träger oder Unterzüge und günstige Leitungsführung im Stützenhohlraum zeichnen diese Deckenart aus.

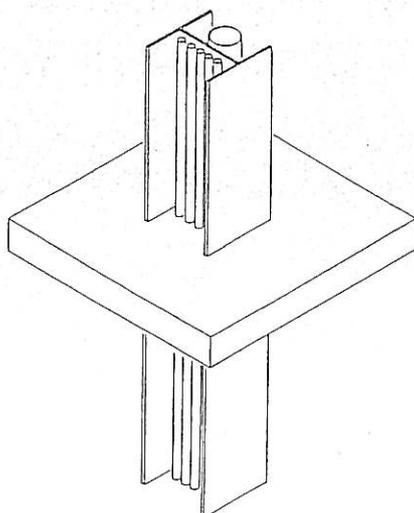
Nachteil: Deckenausführung in Ortbeton!



Deckensystem der Firma ARBED

Die Träger 2. Ordnung (Hauptträger) erhalten an der Unterseite verbreiterte Flansche, auf welche vorgespannte Hohlplatten aufgelegt werden. Die Hohlräume zwischen den Platten werden vergossen. Spannanker sorgen für die Scheibenwirkung der Decken.

Träger 1. Ordnung entfallen.



Installationsführung vertikal

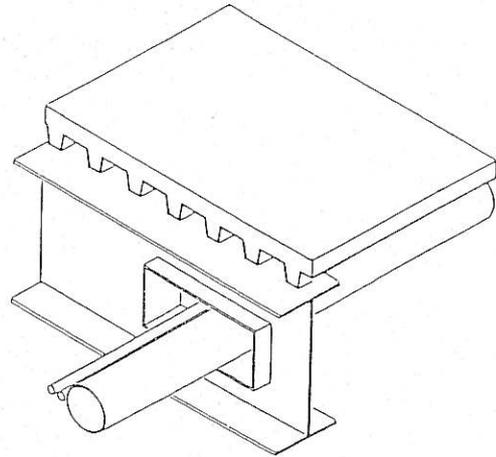
Um separate Installationsschächte zu vermeiden, sollten Leitungen, wenn möglich in den freien Stützenhohlräumen geführt werden.

Dabei ist sowohl die zunehmende Verjüngung des Stützenquerschnitts bei steigender Geschosßzahl zu beachten, als auch die Leitungsführung durch die Stützenstöße und, im Falle von Abwasserleitungen, durch die Bodenplatte. Wird die Stütze verkleidet, so ist auf gute Zugänglichkeit zu achten!

Quelle: Stahlbauatlas

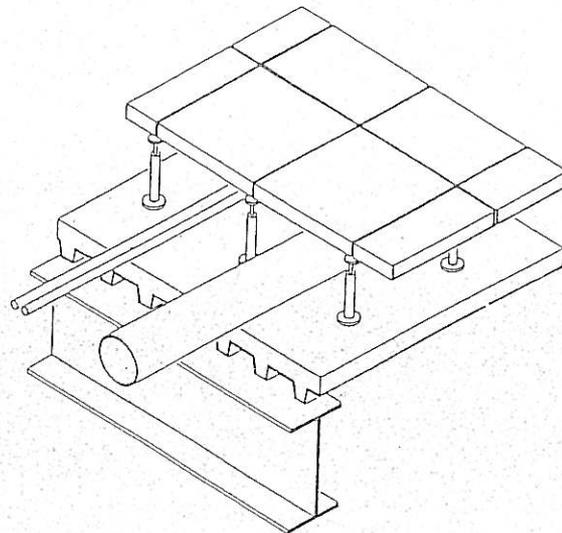
1) Installationsführung im Trägerbereich

Die Tragwerksdurchdringungen können Querschnittsvergrößerungen mit sich bringen, und sind daher von vornherein zu berücksichtigen. Die einzonige Decke ergibt das schlankeste "Deckenpaket"! Die Leitungen bleiben sichtbar, wenn keine Brandschutzauflagen bestehen.



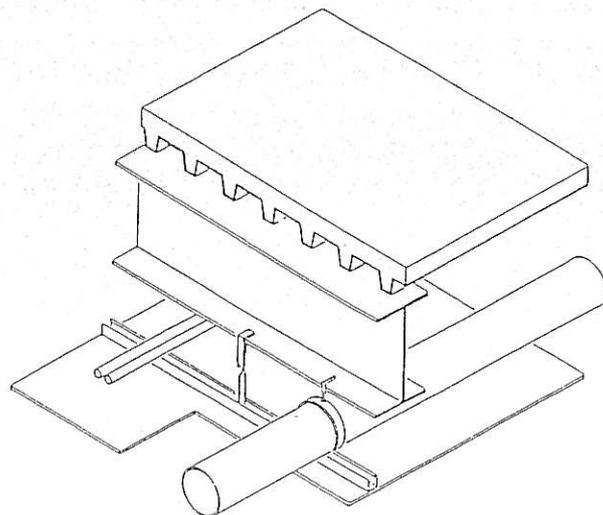
2) Installationsführung über Trägerbereich

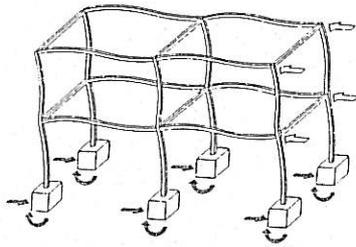
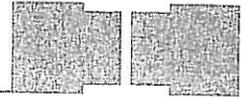
Die Leitungen werden auf der fertigen Rohdecke verlegt. Sie sind nicht sichtbar. Leichte Erreichbarkeit durch herausnehmbare Elemente des Doppelbodens.



3) Installationsführung unter Trägerbereich

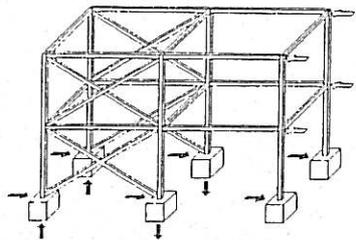
Abhängen der Installation mittels Klemmen und Schellen von den Deckenträgern. Im Falle einer untergehängten Deckenverkleidung ergibt sich ein sehr hohes "Deckenpaket". Im Wartungsfalle muß "über Kopf" gearbeitet werden!





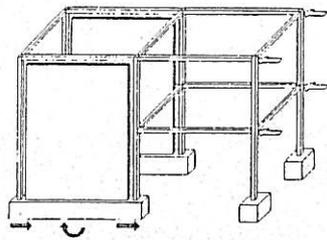
Rahmen

Statisch gesehen bestehen Rahmen aus Stäben, die an den Anschlüssen biegesteif miteinander verbunden sind. Die übrigen Eckverbindungen können gelenkig sein. Die Rahmenstäbe sind gerade, geknickt oder gekrümmt. Rahmen erhalten Biegung aus vertikalen und horizontalen Kräften. Bei hohen Gebäuden sind Rahmen zu weich, so daß sie durch andere Aussteifungsarten verstärkt oder ersetzt werden müssen.



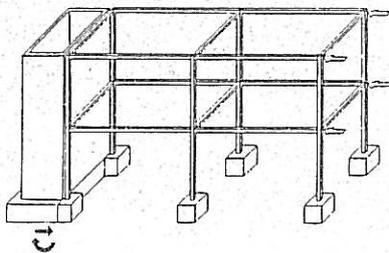
Fachwerke

Fachwerke bestehen aus stabförmigen Gliedern, die Dreiecke bilden. Die Achsen der an einem Knoten zusammenlaufenden Stäbe sollen sich in einem Punkt schneiden. Die Eckverbindungen gelten in der Regel als gelenkig. Fachwerkstäbe werden dann nur auf Druck oder Zug beansprucht.



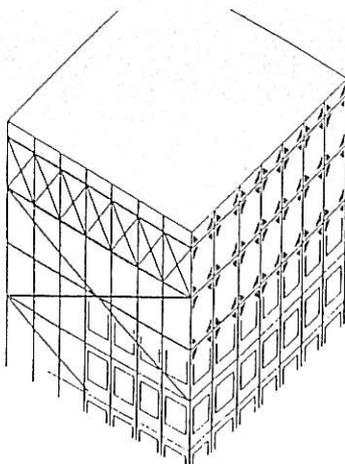
Scherwände

Scherwände sind schubsteife Wandscheiben, die zum Abtragen horizontaler Kräfte kraftschlüssig mit dem Stahlskelett verbunden sind. Scherwände sind steifer als die anderen Aussteifungssysteme des Stahlbaus. Wenn sie mit diesen gemeinsam wirken, ziehen sie daher einen großen Lastanteil an sich.



Kerne

Senkrechte Betonschächte steifen einen Skelettbau sehr wirkungsvoll aus. Sie können Schubkräfte, Biegemomente und - wichtig bei außermittigem Lastangriff - Torsionsmomente übertragen. Sie enthalten die Vertikalerschließung - Treppen, Aufzüge, Leitungsschächte -, die ohnehin durch feuerbeständige Wände abgeteilt sein müssen.

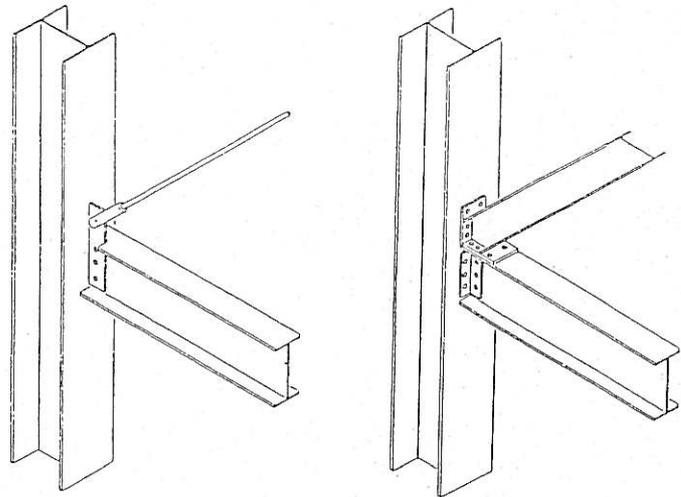


Röhren

Hochhäuser mit gedrunenem Grundriß können sehr wirkungsvoll dadurch ausgesteift werden, daß ihre Außenwände schubsteif ausgebildet und miteinander zu einer biegesteifen Röhre verbunden werden. Die in Windrichtung stehenden Wände wirken dabei als Scherwände, die beiden anderen Wände als Zug- und Druckglieder. Diese Bauweise wurde mehrfach zum Aussteifen der höchsten amerikanischen Hochhäuser angewendet.

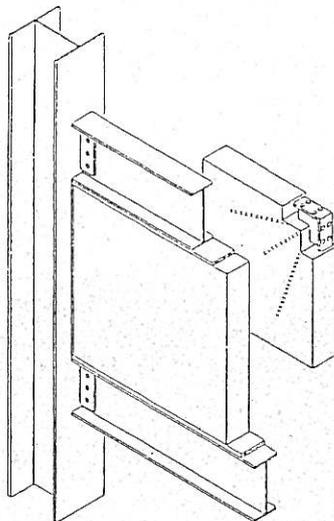
Auskreuzung

Leichte und schwere Ausführung.
Die Schwerpunktsachsen aller Glieder müssen sich in einem Punkt treffen!



Scheiben

Die Scheiben werden in das Stahlskelett eingestellt. Mörtelpolster bewirken den genauen Anschluß an das Gerippe. Zur Aufnahme größerer Horizontalkräfte werden Knotenbleche in die Scheiben eingelassen.



Kern

Anschluß der Deckenträger an einen Aussteifungskern. Der Kern dient nicht nur zur Aufnahme der Schubkräfte, sondern muß auch die Auflagerkräfte aufnehmen können.

