

13 Vordimensionierung

13.1 Hinweise zum Tragwerksentwurf

13.1.1 Allgemeines

Für den **Tragwerksentwurf** wird folgendes Vorgehen empfohlen:

1. **Analyse** (Einspeicherung der Daten)
Systematisch-analytisches Erfassen der Einwirkungen und der Randbedingungen, z.B. anhand einer Checkliste zum Tragwerksentwurf
2. **Kreativität** (möglich erscheinende Lösungen erdenken)
Studium, Auswahl und Erzeugung einer Vielzahl von möglichen Varianten zum Tragwerk (z.B. anhand einer Übersicht unterschiedlicher Tragwerkstypen)
3. **Entscheidungen** (Abwägen der Vor- und Nachteile)
Überprüfung der Kompatibilität mit den weiteren Anforderungen und der Vertiefung der Problemzonen (z.B. hochbeanspruchte Krafteinleitungsbereiche, komplizierte konstruktive Details), gründliche Bearbeitung der gewählten Lösung.

13.1.2 Checkliste zum Tragwerksentwurf

13.1.2.1 Nutzungsanforderungen

- welche **Raumtiefen** und –höhen ergeben sich aus den Nutzungen? Welche Konsequenz hat dies für die Spannrichtungen/ Stützenstellungen und für die Wahl des statischen Systems? Welches Lichtraumprofil ist einzuhalten? Kann es in den Randzonen eingeschränkt werden (Vouten möglich?)?
- Welche **Verkehrslasten** (Nutzlasten) fallen in den einzelnen Geschossen an?
- Sind spätere **Nutzungsveränderungen** vorhersehbar, und sollen diese schon jetzt bei der Lastaufstellung mit berücksichtigt werden?
- Auf welches Maß müssen aus den Nutzungsanforderungen **Verformungen** der Bauteile begrenzt werden (z.B. Maschinennutzung, Kranbahnverschiebungen, Durchbiegungen, Schwingungsempfindlichkeit, Wassersackbildung bei Flachdächern, Rißeempfindlichkeit von nichttragenden Bauelementen usw.)?
- Ist mit **Erschütterungen** (z.B. aus nahe gelegenen Verkehrseinrichtungen oder aus Erdbebenlasten) zu rechnen?
- Soll das **Dach ausgebaut** werden?
- Wird das **Dach begrünt**?
- Wie erfolgt die **Belichtung** (z.B. Schedkonstruktion)?
- Soll das Bauwerk in **Abschnitten** erstellt werden? Soll eine spätere Erweiterung eingeplant werden?
- Welche Konsequenzen ergeben sich aus der **Installationsführung** (horizontal und vertikal) für die Tragkonstruktion (z.B. Decke, Unterzüge, Stützen)?
- Welche bauphysikalischen Anforderungen müssen erfüllt werden (**Wärme-, Schall- und Brandschutz**)? Mit welchen Bau- und Tragsystemen lassen sich diese Anforderungen erfüllen?
- Welche Einschränkungen hinsichtlich der **Bauzeit** sind zu beachten (Fertigteilbau – Herstellung vor Ort)?
- Ergeben sich aus der Nutzung bzw. aufgrund von Außeneinwirkungen erhöhte Anforderungen an den **Korrosionsschutz**, an die **Dichtigkeit** und damit auf die Wahl des Baustoffes der Tragkonstruktion?
- Welche **Lebensdauer** soll das Bauwerk haben? Lässt es sich kostengünstig und umweltschonend rückbauen, abreißen, recyceln?

13.1.2.2 Grundstück/ Bauort

- Welche Konstruktionsvorgaben ergeben sich aus den Bedingungen des **Bauortes**? Sollten z.B. bei beengter innerstädtischer **Baulückenbebauung** wegen fehlender Lagermöglichkeiten auch Konstruktionssysteme mit Fertigbauelementen (Montage vom Lieferfahrzeug aus) in die Überlegung miteinbezogen werden?
- Steht **Grenzbebauung** an? Wie tief ist das Nachbargrundstück gegründet? Empfiehlt sich die Wahl eines Tragwerks, das die Lastabtragung zur Grenze hin vermeidet (z.B. Spannrichtung senkrecht zur Straßenfront), oder empfiehlt sich das Zurückziehen der vertikalen Tragelemente von der Grenze? Sind Unterfangungen erforderlich?
- Kann ein **Kran** gestellt werden? Stören z.B. Hochspannungsleitungen und Nachbargebäude den Bauablauf? Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für das Bausystem?
- Ist die **Gesamtbauhöhe** begrenzt? Müssen deshalb die Konstruktionsdicken (z.B. Decken, Unterzüge) minimiert werden?

13.1.2.3 Baugrund

- Welcher **Baugrund** steht in dieser Gegend an? Welche Informationen lassen sich aus der **geologischen Karte** entnehmen?
- Sind bei den Nachbargrundstücken **Bodenaufschlüsse** (Baugruben) einzusehen?
- Liegt ein **Baugrundgutachten** vor?
- Lässt sich aus dem **Bewuchs** oder aus dem **Flurnamen** etwas über die Bodenbeschaffenheit ableiten?
- Wurden **Baugrunduntersuchungen** am Bauplatz selbst oder bei Nachbargrundstücken durchgeführt (Schürfe, Sondierungen etc.)?
- War das Grundstück früher einmal bebaut? Sind **Gebäudereste** noch **im Untergrund** vorhanden?
- Wurde der natürliche Geländeverlauf geändert? Befinden sich **Ablagerungen**, Deponien, **Altlasten** o. ä. im Untergrund?
- Wie hoch steht das **Grund-** bzw. **Schichtwasser**? Ist mit **Hochwasser** zu rechnen?
- Wie tief sind die **Nachbarbauwerke** gegründet?
- Sind an Nachbarbauwerken **Rißbildungen** infolge von Baugrundbewegungen (Setzungsdifferenzen) aufgetreten (Beweissicherung vornehmen)?
- In welcher Tiefe stehen tragfähige Bodenschichten an? Ist eine **Tiefgründung** erforderlich?
- Welche **Bodenpressungen** können zugelassen werden?
- Welche **Konsequenzen** ergeben sich aus den vorgenannten Erkenntnissen **für die Gründung** und den **Keller** (Flach-, Tief-, Flächengründung, Trägerrost, Streifenfundamente, Einzelfundamente, Weiße Wanne)?

13.1.2.4 Konstruktion/ Aussteifung/ Fugen

- Wie wird das Gebäude ausgesteift (**Gesamtstabilität**)? Für welche Horizontalbelastungen ist das Bauwerk auszulegen (z.B. Wind, Erddruck, Erdbeben, Anpralllasten)?
- Sind **Fugen** erforderlich (Dehn-, Setz-, und Scheinfugen oder Schwindgassen)? Durch Fugen getrennte Bauabschnitte müssen jeweils für sich allein auch für Horizontallasten standsicher sein.
- Können die Decken als **Scheiben** ausgebildet werden? Müssen horizontale Verbände in Deckenebene oder Ringbalken als **Scheibenersatz** angebracht werden?
- Wo werden vertikale Aussteifungselemente angeordnet? Ist deren Lage im Grundriss verträglich mit den Zwängen aus Verformungsbehinderung (z.B. Temperaturänderung, Schwinden u. ä.)?
- Haben die **vertikalen Aussteifungselemente** genügend Auflast aus einem großen Lasteinzugsgebiet, um die Horizontallasten in den Baugrund ableiten zu können? (Möglichst **keine** Stützen **neben** Wandscheiben, sondern **in** Wandscheiben anordnen.)
- Weisen benachbarte Baukörper unterschiedliche Höhen oder unterschiedlich nachgiebigen Baugrund auf (**Setzfugen**)?

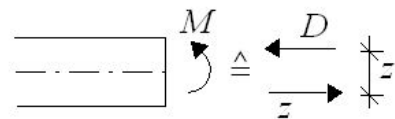
13.1.3 Anregungen zum praktischen Vorgehen beim Tragwerksentwurf

Um ein für den Entwurf geeignetes Tragwerk zu entwickeln, sollte man die Raumvorstellungen skizzieren (maßstäblich) und verschiedene statische Strukturen ausprobieren. Für die Überprüfung der Realisierbarkeit empfiehlt es sich, die Größenordnung der Tragelemente und die Beanspruchungen in den kritischen Zonen rechnerisch zu überschlagen. Hilfreich für das Entwickeln von Tragwerksvarianten sind:

- Studium und Analyse gebauter Objekte als Anregung für Modifikationen zur Tragstruktur
- Literaturstudium
- Zusammenarbeit mit erfahrenen Tragwerksplanern
- Anwendung von Vorbemessungshilfen
- Statisch-konstruktive Überlegungen:
 1. Formfindung
 2. Modellbildung (Statisches System)
 3. Lastabschätzung (vertikal und horizontal)
 4. Genäherte Ermittlung der maximalen Schnittgrößen (M, Q, N) an vereinfachten statischen Systemen
 5. Überschlägiges Dimensionieren der Tragelemente und ihrer Verbindungen an den Stellen der maximalen Beanspruchung (z.B. $\max M$) und in den Kräfteinleitungsbereichen (Auflager, Knotenpunkte und schwierige konstruktive Details)
 6. Gewährleistung der Gesamtstabilität (Standicherheit gegen horizontale Lasten)
 7. Überlegungen zur Gebrauchsfähigkeit (Verformungen), Ausführbarkeit (Montage), Beständigkeit, Brandschutz und Kosten.

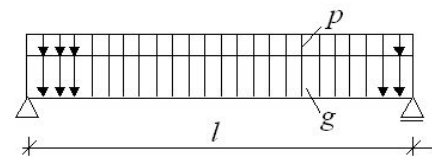
Nachfolgend wird als Anregung für einige typische statische Systeme die zur Vorbemessung von Biegetragwerken (Ohorizontaler Transport der Lasten) anzunehmende Größe des „Hebelarms der inneren Kräfte z “ am Ort des maximalen Moments zusammengestellt:

$$M = D \cdot z = Z \cdot z \rightarrow \boxed{Z = D = \frac{M}{z}}$$

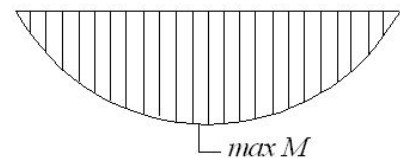


= Abstand der Resultierenden aus Biegedruck und Biegezug:
 kleiner Hebelarm → große Kräfte
 großer Hebelarm → kleine Kräfte

Mit der Kenntnis der im allgemeinen ausnutzbaren Beanspruchbarkeiten der einzelnen Werkstoffe und der über die jeweiligen Verbindungsmittel übertragbaren Kräfte kann ein Tragwerk mit geringem Aufwand auf Ausführbarkeit hin überprüft und die Größe der Querschnitte und ihrer Verbindungen abgeschätzt werden.

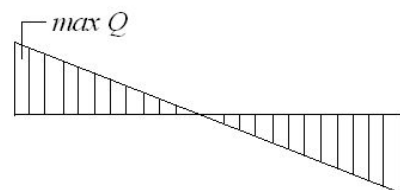


Die zulässige Tragfähigkeit der Materialien kann bei zusammengesetzten Konstruktionen wegen der Schwächung im Bereich der Verbindungen im allgemeinen nicht voll genutzt werden.



Somit ergibt sich näherungsweise:

Erf. Fläche der Zugzone $A_z \approx \frac{Z}{\sigma_E}$



σ_E Entwurfsspannung (reduziert im Hinblick auf Verbindungstechnik)

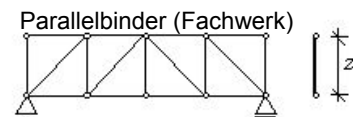
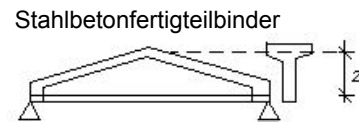
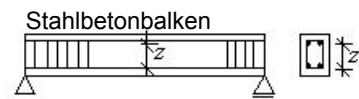
Entwurfsspannung σ_E in $[kN/cm^2]$

Material	Verbindungstechnik	σ_E
Holz	z.B. Stabdübel	0,5
St 37	Schrauben, Schweißen	12
C20/25 (B 25)		0,8
BSt IV		28

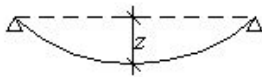
Erf. Fläche der Druckzone $A_D \approx \frac{D}{\sigma_{E,\lambda}}$

$\sigma_{E,\lambda}$

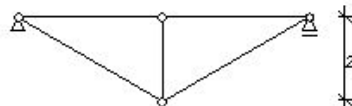
Entwurfsspannung (reduziert im Hinblick auf Schlankheit und Verbindungstechnik), Vordimensionierung von Stützen in Abhängigkeit von Druckkraft und Knicklänge



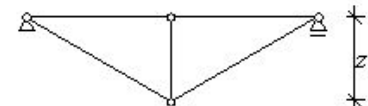
Seil



Unterspannter Träger



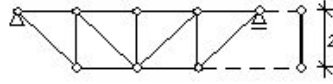
Fachwerk



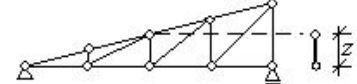
Bogenbinder (Gewölbe-/ Rahmenwirkung)



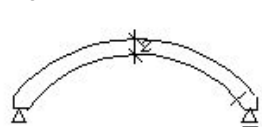
Unterspannter Träger



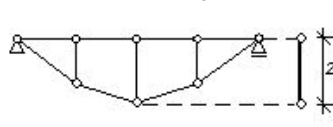
Pultbinder (Fachwerk)



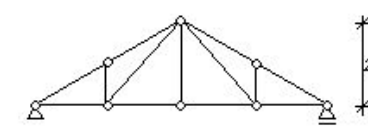
Bogenbinder (Balkenwirkung)



Unterspannter Träger



Dreiecksbinder (Fachwerk)



13.2 Lastannahmen

13.2.1 Stahlbeton-Geschossdecken

	Gesamtlast in [kN / m ²]
Wohnungsbau	10
Büro	11
Schulen, Kitas, Gewerbe	13

Gesamtlast =
Eigenlast + Verkehrslast

$$1 \text{ [kN]} \approx 100 \text{ [kg]}$$

13.2.2 Holzbalkendecke für Wohnräume

	Gesamtlast in [kN / m ²]
Wohnungsbau	4.25

13.2.3 Dächer

	Gesamtlast in [kN / m ²]
Stahlbeton Warmdach	7
Stahlbeton mit Gründach	9-11
Stahlkonstruktion	2
Holzkonstruktion	2

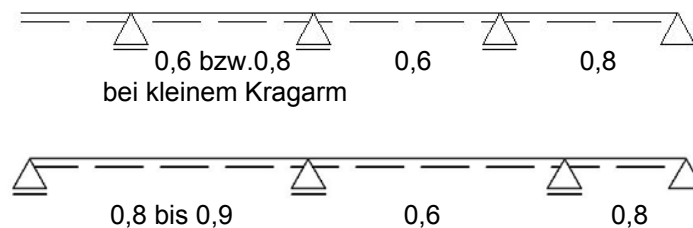
13.3 Ideelle Stützenweite

Maßgebend für die Wahl der Bauteildicke ist die ideale Stützenweite $l_i = a \cdot l$

$l_i \approx$ Abstand der Momentannullpunkte

<i>a</i>	1,0	0,8	0,6	2,4
<i>l_i</i>	<i>l</i>	0,8 · <i>l</i>	0,6 · <i>l</i>	2,4 · <i>l</i>

Beispiele *a* - Werte:



13.4 Tragwerke im Geschossbau

13.4.1 Holzdächer

13.4.1.1 Lastannahmen

Dachtragelemente in der Regel für späteren Dachausbau auslegen. Die Durchschnittliche Gesamtdachlat für überschlägige Lastenermittlung beträgt etwa:

$$2,0[kN/m^2](\alpha < 60^\circ) \text{ bis } 2,5[kN/m^2](\alpha \geq 60^\circ)$$

Bei nichtausgebauten Dächern jeweils ca. $0,5[kN/m^2]$ weniger.

Zusatzlasten

Bei Begrünung: extensiv: ca. $1,00[kN/m^2]$

Intensiv: ca. $2-5[kN/m^2]$

Sogsicherung

- ist bei flachen und leichten Dächern ($\alpha < 25^\circ$) wichtig,
- insbesondere an den Rändern und Ecken
- Verankerung in Decken und Wänden
- Im Regelfall gilt:

Für Gebäudehöhen **über 8 [m]** über OKG:

$$\text{Staudruck } q = 0,5[kN/m^2]$$

(=ca. $100[km/h]$ Windgeschwindigkeit)

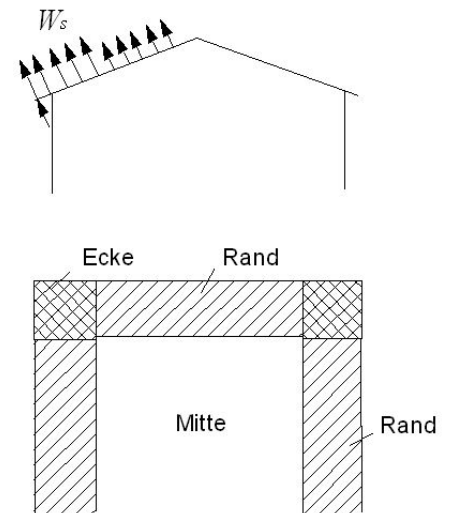
z.B. Sog im Eckbereich und $\alpha < 25^\circ$;

$$W_s = C_p \cdot q = 3,2 \cdot 0,5 = 1,6[kN/m^2]$$

Für Gebäudehöhen **über 8 [m]** bis $20[m]$ über OKG; Staudruck

$$q = 0,8[kN/m^2]$$

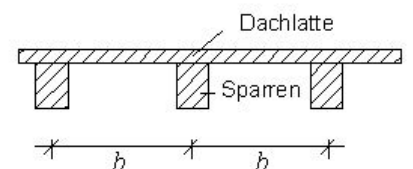
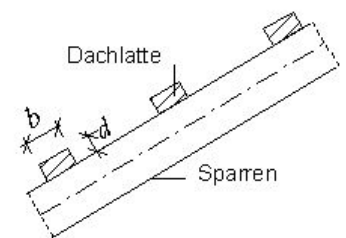
(= ca. $130[km/h]$ Windgeschwindigkeit)



13.4.1.2 Dachlatten

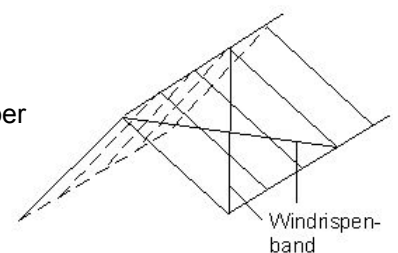
Mindestabmessungen

Sparrenabstand e	d/b
[cm]	[mm]
< 70	24/48
< 80	30/50
< 90	35/50
< 100	40/60



13.4.1.3 Windrispen

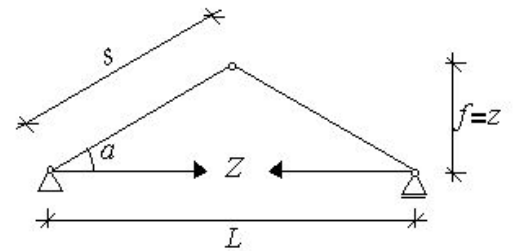
- Holz 40/100 an Unterseite Sparren oder
- Stahl (Windrispenband) 2/40 auf Oberseite Sparren mit Anschluss über Knagge zwischen den Sparren
- Endabschluss mit > 12 Sondernägeln 4x40
- Zwischenbefestigung 2 Nägel je Sparren
- Rispenband spannen!



13.4.2 Sparrendach

Anwendungsbereich

- Dachneigung $> 20^\circ$
- Hausbreite:
Bei $L < 10 [m]$ mit Vollholz möglich
Bei $L > 10 [m]$ Sonderkonstruktion wählen



Statisch konstruktive Hinweise

- Keine großen Öffnungen im Dach und/oder Decke anordnen (wegen Dachschub/ Zugband)
- Decke muss Zugbandfunktion erfüllen
- Drempe! mit biegesteifer Verbindung zur Decke oder oben durch Ringbalken gehalten

Sparren

Alle Werte für Dächer mit Dachausbau

Sparrenhöhe $d \approx \frac{s}{24} + 2 [cm] \geq d_{\text{Dämmung}}$

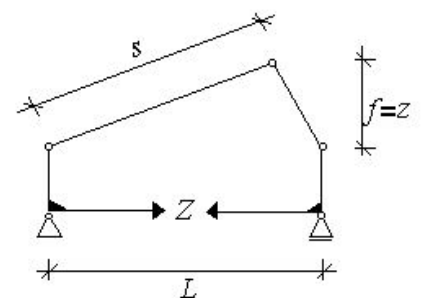
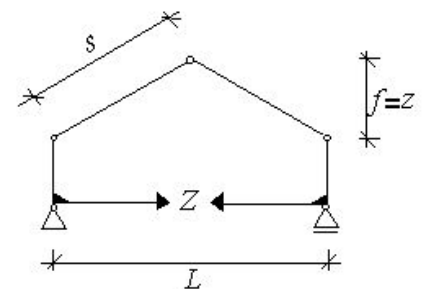
d muss aber auch ggf. ausreichend für Dämmung zwischen den Sparren sein.

Sparrenbreite $b \approx \frac{e}{10} \geq 8 [cm]$ (e = Sparrenabstand)

Sparrenabstand $60 \leq e \leq 90 [cm]$

Horizontalschub $H = \frac{q \cdot L^2}{8f} = \frac{qL}{4 \tan \alpha}$
 $\approx 10 \text{ bis } 15 [kN/m]$

Hier q = Gesamtlast aus Eigenlast, Ausbau, Schnee und Wind



13.4.3 Kehlbalkendach (Dachraum ausgebaut)

Anwendungsbereich

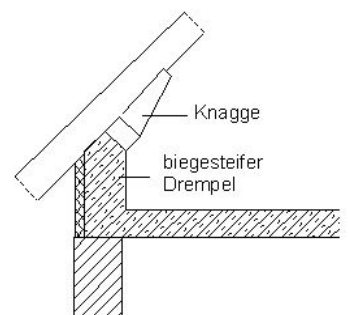
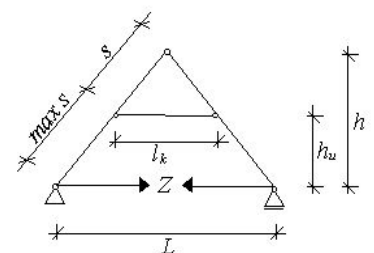
- Anwendungsbereich $> 20^\circ$
- Hausbreite:
Bei $L < 14 [m]$ mit Vollholz möglich
Bei $L > 14 [m]$ Sonderelemente nötig

Statisch konstruktive Hinweise

- Keine großen Öffnungen im Dach und/oder Decke anordnen (wegen Dachschub/ Zugband)
- Decke muss Zugbandfunktion erfüllen
- Drempe! mit biegesteifer Verbindung zur Decke oder obere Halterung durch Ringbalken

Empfehlung für Höhenlage der Kehlbalken

$h_u : h \approx 0,6 \text{ bis } 0,8$



Sparren

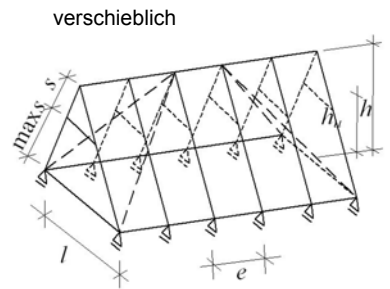
Verschiebliches Kehl balkendach:

Bei unsymmetrischen Lastfällen, zum Beispiel bei Wind- und Querrichtung, ist der Kehlbalken unwirksam

Sparrenabstand $60 \leq e \leq 90 \text{ [cm]}$

$$\frac{h_u}{h} \approx 0,6 \dots 0,8$$

Sparrenhöhe $d \approx \frac{\max s}{24} + 4 \text{ [cm]} \geq d_{\text{Dämmung}}$

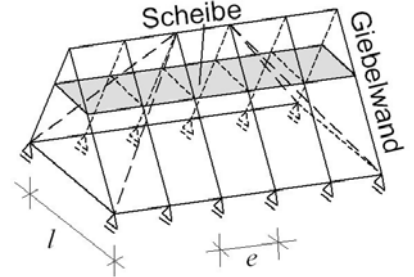


verschieblich

Unverschiebliches Kehl balkendach: Kehlbalken werden zu einer Scheibe verbunden

Die Scheibe wird an den Giebelwänden oder an den innen liegenden in Querrichtung gehalten

Die Kehlbalken bilden ein horizontales Lager

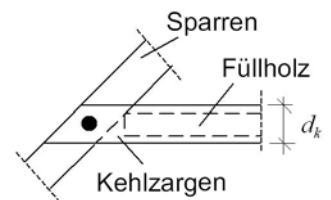


unverschieblich

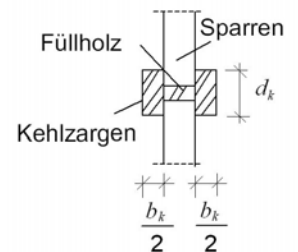
Sparrenbreite $b \approx \frac{e}{8} \geq 8 \text{ [cm]}$

Kehlbalkenhöhe $d_k \approx \frac{l_k}{20}$ (mit Spitzbodenlast)

Kehlbalkenbreite $b_k \approx \frac{e}{8}$ (einteilig) bzw. $\approx \frac{e}{16}$ (je Zange)



Bei ausgebauten Dachgeschossen sollte man die Kehlbalkenlage stets zur Scheibe ausbilden und festlegen, allein um Verformungen klein zu halten und unerwünschte Risse in den Wänden des Ausbaus zu vermeiden.



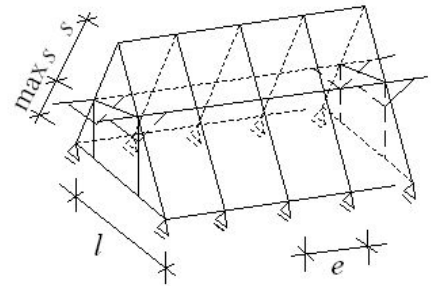
Die Aussteifung in der Dachlängsrichtung erfolgt analog zum Sparrendach.
Bei großen Öffnungen im Dach oder in der Decke kann der Störbereich z.B. mit beidseitigen Pfetten ausgewechselt werden.



13.4.4 Pfettendach

Anwendungsbereich

- bei geringer Dachneigung $a \leq 35^\circ$
- bei großen Öffnungen im Fach und/oder in der darunter liegenden Decke
- die Spannrichtung der darunterliegenden Decke ist beliebig
- große Dachüberstände an Traufe und Giebel sind möglich

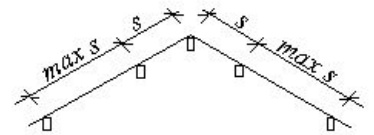


Sparren

Sparrenabstand $60 \leq e \leq 90 \text{ [cm]}$

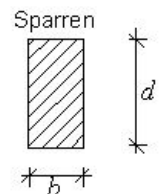
Sparrenhöhe $d \approx \frac{\max s}{24} \geq d_{\text{Dämmung}}$

Sparrenbreite $b \approx \frac{e}{10} \geq 8 \text{ [cm]}$



Grat- oder Kehlsparren

$d \approx 1,5 d_{\text{Normalsparren}}$



Die gesamte Windbeanspruchung auf die Längsseite des Daches wird beim strebenlosen Pfettendach von der Fußpfette angenommen, die Verankerung und der Sparrenanschluss an ihr muss deshalb sorgfältig erfolgen.

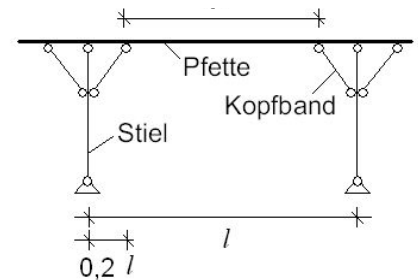
Aussteifung:

In Querrichtung bildet beim strebenlosen Pfettendach das im Sparrenfußpunkt verankerte Dreieckfach aus Sparren, Stielen und Dachbalken.

Die Kopfbänder nehmen die in Längsrichtung auf die Giebel wirkenden Horizontallasten auf.

Der Anschluss der auf Druck beanspruchten Strebe erfolgt durch Versatz.

Allerdings sind solche Systeme vergleichsweise verformungsweich, so dass meistens eine zusätzliche Aussteifung durch Streben in den Endfeldern und die Anordnung von Windrispen in der Dachebene erforderlich sind.



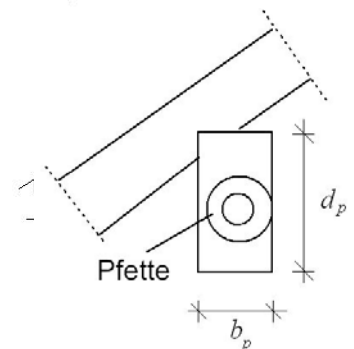
Pfetten

Last nur aus Dach

Pfettenhöhe ($a \approx 45^\circ$) $d_p \approx \frac{l_p}{24} + \frac{a}{30}$

Für $a \approx 15^\circ$ $d_p \approx \frac{l_p}{24} + \frac{a}{50}$

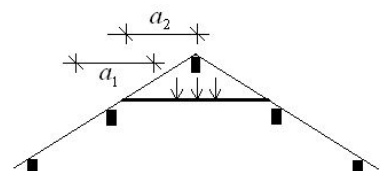
Pfettenbreite $b_p \approx \frac{l_p}{40} + \frac{a}{50}$ bzw. $b_p \approx 0,5 d_p$ bis $0,7 d_p$



Last nur aus Dach und ausgebauten Spitzboden

Pfettenhöhe $d_p \approx \frac{l_p}{24} + \frac{a_1 + a_2}{30}$

Pfettenbreite $b_p \approx \frac{l_p}{24} + \frac{a_1 + a_2}{50}$



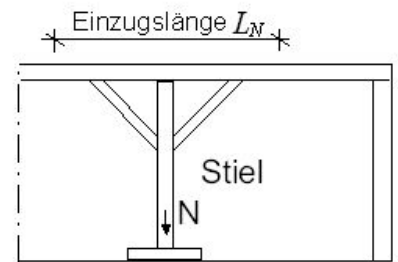
Stiele (=Stützen unter Pfetten)

Stiellast $N \approx$ Durchschnittslast x Einzugsfläche

$$N \approx (2,5 \text{ bis } 3,0 \text{ [kN/m}^2]) \cdot (E_1 + E_2) \cdot L_N \text{ [m]}$$

(L_N ist der Mittelwert der an den Stiel angrenzenden Nachbarspanweiten der Pfette)

Stielquerschnitt $d_{\text{Stütze}} \approx \sqrt{6 \cdot N \text{ [kN]}}$



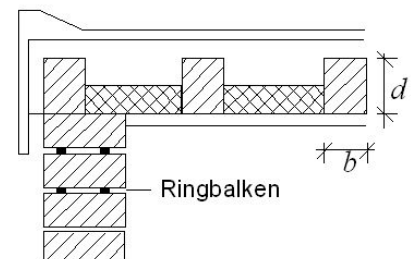
13.4.4 Flachdächer

Allgemein

- Gesamtlasten (Eigenlast + Schnee + Wind)

leicht	mittel	schwer
1,5 [kN/m ²]	2,5 [kN/m ²]	4,0 [kN/m ²]
(Kiespressdach)	(Kiesschüttung)	(extensiv begrünt)

- Sog an den Dachrändern und besonders an den Gebäudeecken beachten (flache Dächer $\alpha < 25^\circ$ und Dachüberstände sind besonders gefährdet)
- Gefälle beachten: mind. 3% Dachneigung (Wassersackbildung)



Holz balken flachdach

Anwendungsbereich

$l < 5 \text{ [m]}$ mit Vollholz

$l > 5 \text{ [m]}$ mit BSH

Balken (Vollholz oder BSH)

Dachlast:

leicht	mittel	schwer
$d \approx \frac{l}{24}$	$\frac{l}{20}$	$\frac{l}{16}$

(e Balkenabstand $\approx 0,7 \text{ [m]}$ bis $1,0 \text{ [m]}$ bzw. $\frac{l}{4}$)

$b > 0,5d$

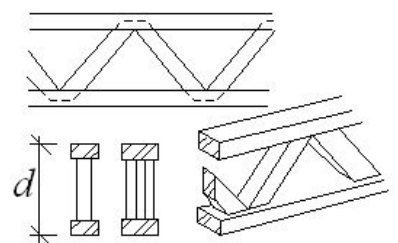
Dreieck-Streben-Binder o.ä.

$l \approx 5 \text{ [m]}$ bis 10 [m] $d \leq 75 \text{ [cm]}$

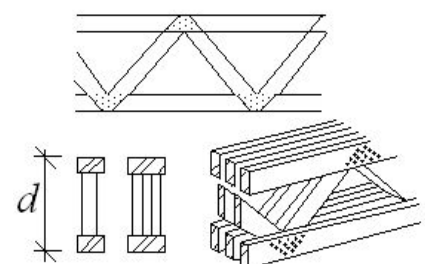
$d \approx \frac{l}{20}$ bis $\frac{l}{15}$

Trägerabstände $e \approx 0,80 \text{ [m]}$ bis $1,25 \text{ [m]}$






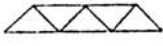

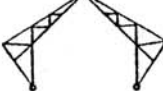
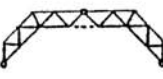


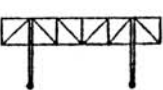
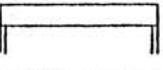


Dreieck-Streben-Binder



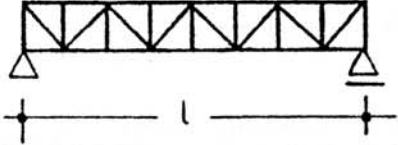
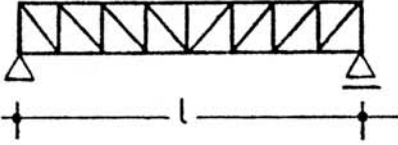
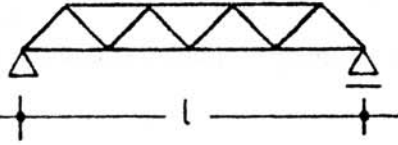
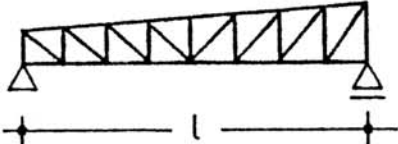
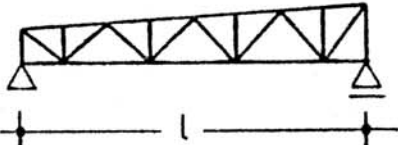
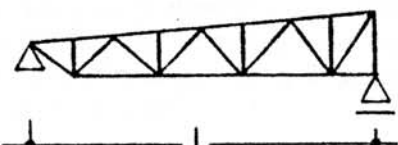
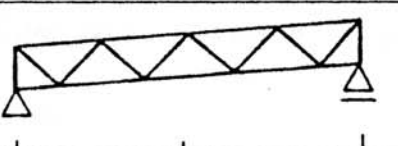
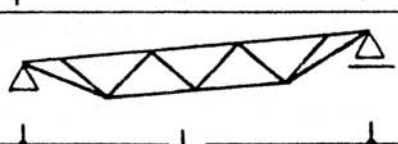
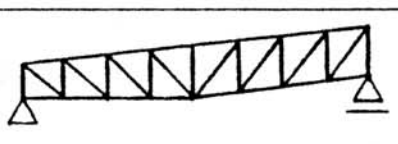
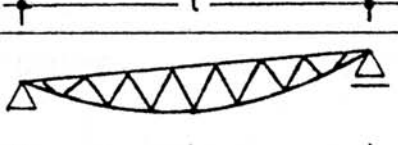
Trigonit

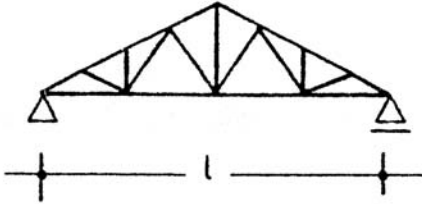
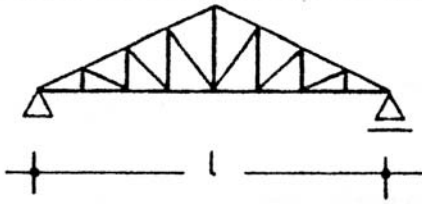
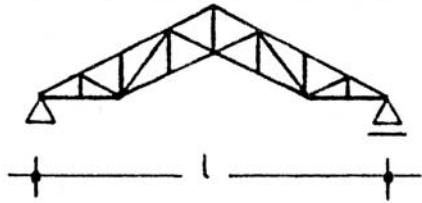
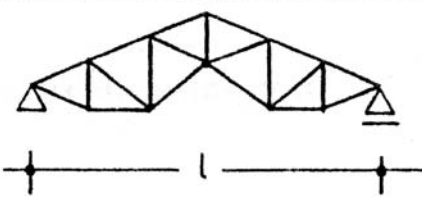
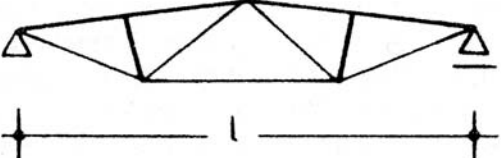
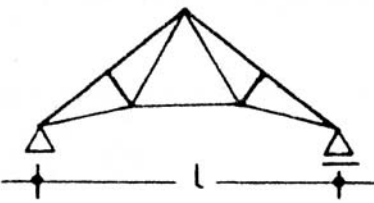


13.4.5 Weitgespannte Dachtragwerke Holzkonstruktionen (aus Informationsdienst Holz)

Bezeichnung	Statisches System	System-Skizze	Spannweite l m	Binderhöhe	Binderabstand	Dachneigung α	
Fachwerkträger	Dreieckförmiger Binder		7,5 bis 30	$h \geq \frac{l}{10}$	4 bis 10 m	12 bis 30°	
			7,5 bis 20	$h_m \geq \frac{l}{10}$	4 bis 10 m	12 bis 30°	
	Trapezförmiger Binder		7,5 bis 30	$h \geq \frac{l}{12}$	4 bis 10 m	3 bis 8°	
			7,5 bis 30	$h_m \geq \frac{l}{12}$	4 bis 10 m	3 bis 8°	
	Parallelbinder		7,5 bis 60	$h \geq \frac{l}{12} - \frac{l}{15}$	4 bis 10 m	–	
			7,5 bis 60	$h \geq \frac{l}{12} - \frac{l}{15}$	4 bis 10 m	–	
			7,5 bis 60	$h \geq \frac{l}{12} - \frac{l}{15}$	4 bis 10 m	–	
	Fachwerkrahmen	Dreigelenkrahmen		Kantholzrahmen 15 bis 30	$\frac{l}{12}$	Kantholzrahmen $e=4$ bis 6 m	20°
				Rahmen mit Stützen aus Brett-schichtholz 25 bis 50		weitgespannte Rahmen $e=6-10$ m	–
Dreigelenkrahmen einhüftig			10 bis 20	$\frac{l}{12}$	$e=4$ bis 6 m	3 bis 8°	
Zweigelenkrahmen			Kantholzrahmen 15 bis 40	$\frac{l}{12}$	Kantholzrahmen $e=4$ bis 6 m	3 bis 8°	
		Rahmen mit Stäben aus Brett-schichtholz 25 bis 60	weitgespannte Rahmen $e=6-10$ m		–		
Brett-schicht-träger	Einfeldträger parallel		10 bis 35	$\frac{l}{17}$	5 bis 7,50 m	–	
	Einfeldträger satteldachförmig		10 bis 35	$\frac{l}{16} / \frac{l}{30}$	5 bis 7,50 m	3 bis 8°	
	Einfeldträger geknicktes Satteldach		10 bis 35	$\frac{l}{16} / \frac{l}{30}$	5 bis 7,50 m	max 12°	

Stahlkonstruktionen

Nr.	Binderform	System	Binderspannweite	Binderhöhe
1	parallelgurtig, eben		ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{10}\right) l$
2			ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{12}\right) l$
3			ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{12}\right) l$
4	Pulldach, geneigter Obergurt		ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{12}\right) l$
5			ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{12}\right) l$
6			ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{12}\right) l$
7	Pulldach, geneigter Binder		ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{12}\right) l$
8			ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{12}\right) l$
9			ca. 40 m	$\left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{12}\right) l$
10			ca. 40 m	$\left(\frac{1}{10} \text{ bis } \frac{1}{14}\right) l$

Nr.	Binderform	System	Binderspannweite	Binderhöhe
11	Satteldach, Dreieck- form		ca. 20 m	$\left(\frac{1}{6} \text{ bis } \frac{1}{9}\right) l$
12			ca. 20 m	$\left(\frac{1}{6} \text{ bis } \frac{1}{9}\right) l$
13			ca. 20 m	$\left(\frac{1}{6} \text{ bis } \frac{1}{9}\right) l$
14			ca. 20 m	$\left(\frac{1}{6} \text{ bis } \frac{1}{9}\right) l$
15	Polonceau- binder		ca. 20 m	$\left(\frac{1}{6} \text{ bis } \frac{1}{9}\right) l$
16			ca. 20 m	$\left(\frac{1}{6} \text{ bis } \frac{1}{9}\right) l$

13.5 Geschossdecken

13.5.1 Allgemeines

- Werte gültig für $p \leq 5 [kN/m^2]$
- Wohnungsbau: $p = 1,5 [kN/m^2]$ (mit ausreichender Fähigkeit zur Querverteilung von Einzel- und Streckenlasten)
- Wohnungsbau: $p = 2,0 [kN/m^2]$ (ohne ausreichende Fähigkeit von Lasten, z.B. Holzbalkendecke)
- Berücksichtigung unbelasteter leichter Trennwände durch Zuschlag zur Verkehrslast:
 $\Delta p = 1,25 [kN/m^2]$ für Wandgewicht $\leq 150 [kg/m^2]$
- Deckengesamtlast 5 (Holz) bis 10 (Stahlbeton) $[kN/m^2]$

Empfehlung:

Immer Trennwandzuschlag berücksichtigen, damit Umbauten möglich sind.

13.5.2 Stahlbetonplattendecken (Vollbetondecken)

Maßgebend für die Wahl der Deckendicke ist die ideale Stützenweite

$$l_i = \alpha \cdot l \quad (\approx \text{Abstand der Momentannullpunkte})$$

Einfeldträger

$$l_i = l$$

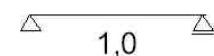
Mehrfeldträger

$$\text{Endfelder: } l_i = 0,8 \text{ bis } 0,9 l$$

$$\text{Mittelfelder: } l_i = 0,6 l$$

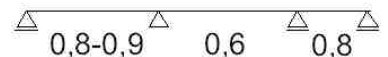
$$\text{Kragarm: } l_i = 2,4 l$$

α -Werte:

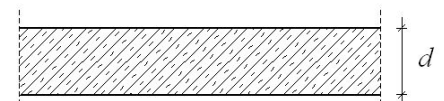
**Einachsige gespannte Platten**

Beton C20/25 (B 25), BSt 500 M oder S

- wirtschaftlich $l_i < 6 [m]$
- wegen Schallschutz $d \geq 16 [cm]$

**Deckendicke**

$$d [m] \approx \frac{l_i [m]}{35} + 0,03 [m] \quad \text{bei } l_i < 4,29 [m]$$



bei Decken mit rissgefährdeten Trennwänden und bei $l_i \geq 4,29 [m]$:

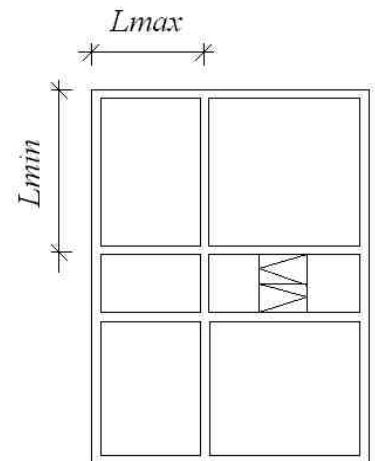
$$d [m] \approx \frac{l_i^2 [m]}{150} + 0,03 [m]$$

Zweiachsig gespannte Platten

Anwendungsbereich: $l \leq 7 [m]$

wirtschaftlich für $\varepsilon = \frac{l_{\max}}{l_{\min}} < 1,4$

Nur bedingt zu empfehlen bei Halbfertigteilkonstruktionen (z.B. Elementdecke) wegen der reduzierten statischen Höhe. Außerdem muss die Querbewehrung einzeln eingefädelt werden!



Deckendicke

Maßgebend für die Dimensionierung ist die kleinere der beiden

Spannweiten l_i .

Bei mehreren zusammenhängenden Deckenfeldern mit einer einheitlichen Deckendicke ist die maßgebende Spannweite die größte der jeweils kleinen Spannweiten.

$d [m] > \frac{l_i [m]}{35}$ bzw. $\frac{l_i^2 [m]}{150} + 0,03 [m]$ maßgebend bei Decken mit leichten

Trennwänden und $l_i > 4,30 [m]$

Zur Vermeidung von Rissen in den Mauerwerkswänden im Bereich der freien Ecken muss eine Abhebsicherung (Verankerung/ Auflast/ Randversteifung/ Unter- bzw. Überzug) eingebaut werden, oder die Decke darf im Eckbereich nicht auflagen!

13.5.3 Flachdecken

Anwendungsbereich: wirtschaftlich $l_i < 6,5 [m]$

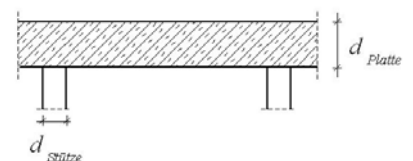
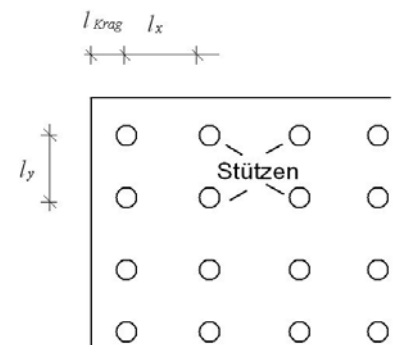
- möglichst keine Deckendurchbrüche neben den Stützen wegen der Durchstanzgefahr

$$d_{\text{Stütze}} > 1,1 \cdot d_{\text{Platte}}$$

- Die Rand- und Eckstützen sollten um mindestens den Stützendurchmesser nach innen gerückt werden, um eine einwandfreie Lasteneinleitung zu gewährleisten.

$$l_{\text{Krag}} > d_{\text{Stütze}}$$

- Durch Vorspannung kann die Plattendicke reduziert werden (wirtschaftlich $l_i < 9,6 [m]$)



Für Beton C20/25 (B25)

$$l_i \approx 0,9 l_x \text{ bzw. } l_i \approx 0,9 l_y$$

ab Beton C30/37 (B35)

$$l_i \approx 0,8 l_x \text{ bzw. } l_i \approx 0,8 l_y$$

max l_i ist maßgebend für die Berechnung :

$$\text{bei } l_i < 4,29 [m] \quad d_{\text{Platte}} [m] \approx \frac{l_i [m]}{35} + 0,03 [m] \geq 20 [cm]$$

bei Decken mit rissgefährdeten Trennwänden und bei

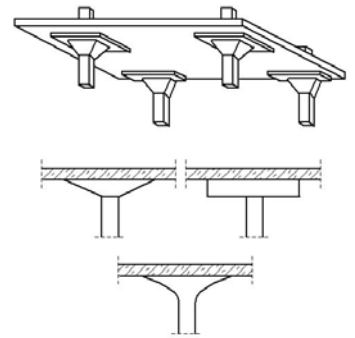
$$l_i \geq 4,29 [m] \quad d_{\text{Platte}} [m] \approx \frac{l_i^2 [m]}{150} + 0,03 [m] \geq 20 [cm]$$

13.5.4 Pilzkopfdecken

- Die hohe Schubspannung im Stützenbereich wird durch Anordnung eines Pilzkopfes abgemindert. Die Deckenstärke oder die Stützenabmessung kann somit verringert werden.

$$d_{\text{Platte}} \approx 0,8 \cdot d_{\text{Flachdecke}}$$

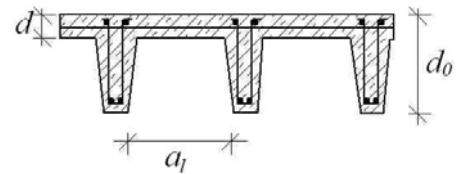
- Nachteil: Großer Schalungsaufwand für den Pilzkopf.
- Stützenkopfverbreiterung kann schräg, rechteckig oder gerundet ausgebildet werden.



13.5.5 Stahlbeton-Rippendecken

Anwendungsbereich

- $l > 6[m]$, $l < 12[m]$
- Verkehrslast $\leq 5[kN/m^2]$
- Lichter Rippenabstand $a_i \leq 70[cm]$
- Gute Führungsmöglichkeit von Installationen zwischen den Rippen



Dimensionierung

$$d \geq 5[cm] \text{ bzw. } \frac{a_i}{10}$$

$$d_0 \approx \frac{l}{15} \text{ bis } \frac{l}{20}$$

Nur einlagige Querbewehrung in der Druckplatte! Bei Decken mit leichten Trennwänden:

$$d_0[m] > \frac{l_i^2[m]}{150} + 0,035[m]$$

Voll- und Halbmassivstreifen

Erforderlich bei durchlaufenden Systemen im Bereich der Innenstützungen (Aufnahme der Biegedruckkräfte)

Empfehlung:

Deckendurchbrüche möglichst im Bereich der Druckplatte neben den Rippen und nicht in Unterzugachse anbringen.

Bei großen Spannweiten sind Querrippen erforderlich.

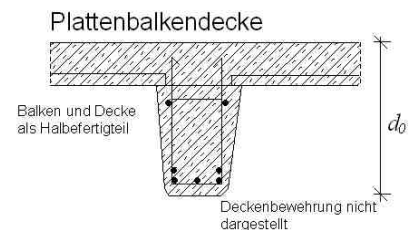
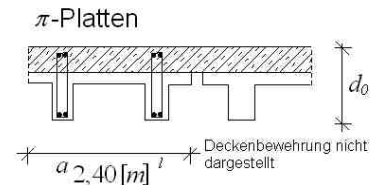
13.5.6 Plattenbalkendecke/ π -Platten

Anwendungsbereich

- wie Rippendecke, jedoch:
- Verkehrslast $> 5 [kN/m^2]$
- Lichter Rippenabstand Druckplatte mit oberer und unterer Querbewehrung
- Besondere Schallschutzmaßnahmen erforderlich

Dimensionierung π -Platten

- **Empfehlung für π -Platten:**
Aufbeton zur einfachen Erzielung einer Deckenscheibenwirkung und zum Ausgleich von eventuell vorhandenen Höhendifferenzen.
- Fertigteilplatte mit Spannweite bis 20 [m]
- Eigenlast + Verkehrslast $r = 3,5 \dots 25 [kN/m^2]$
- $d_0 \geq 10 [cm]$ aus Transportgründen
- **schlaff bewehrt:** $d \approx \frac{l_i}{18} \dots \frac{l_i}{12}$
- **vorgespannt:** $d \approx \frac{l_i}{24} \dots \frac{l_i}{18}$



Dimensionierung Plattenbalkendecke

$$d_0 \approx \frac{l}{15} \text{ bis } \frac{l}{20}$$

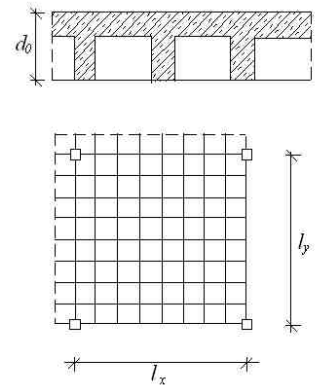
13.5.7 Kassettendecken

Anwendungsbereich

- zweiachsig gespannt
- wirtschaftlich $l_i \leq 9 [m]$
- besondere Schallschutzmaßnahmen erforderlich
- statisch sinnvoll nur bei $\varepsilon = \frac{l_y}{l_x} > 0,9$ bis 1,1

Dimensionierung

$$d_0 \approx l/20$$



13.5.7 Fertigteilplatten

13.5.7.1 Teilfertigteilplatten

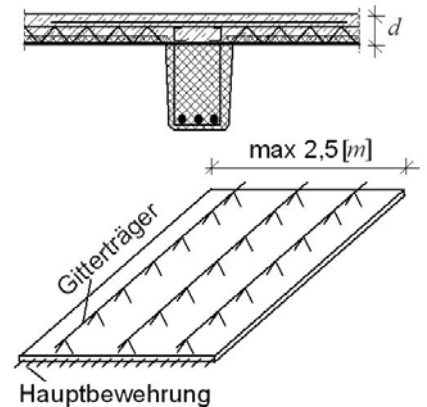
Anwendungsbereich

- In den 4-6 [cm] dicken Deckenelementen ist die untere Hauptbewehrung erhalten.
- Max. Elementbreite 2,5 [m]
- Die Gitterträger dienen
 - zur Verbindung der Platte mit dem später aufzubringenden Ortbeton
 - zur Aufnahme der Schubkräfte
 - zur Versteifung der Platten im Montagezustand

$$\text{Bei } l_i < 4,29 [m] \quad d [m] \approx \frac{l_i [m]}{35} + 0,03 [m]$$

bei Decken mit rissgefährdeten Trennwänden und bei

$$l_i \geq 4,29 [m] \quad d [m] \approx \frac{l_i [m]}{150} + 0,03 [m]$$



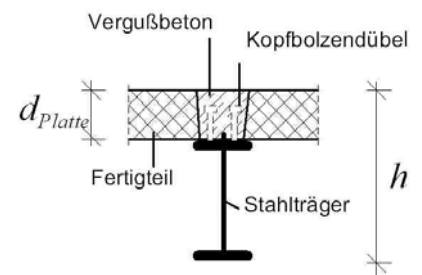
13.5.7.2 Stahlträgerverbunddecke

Anwendungsbereich

- Verkehrslast $\geq 5 [kN / m^2]$

Dimensionierung

- Deckenraster = 1,20; 2,40; 3,60 [m]
- Spannweite Deckenträger ≤ 3 - 4faches Deckenraster $\leq 14,40 [m]$
- $d_{\text{Platte}} \approx \text{Deckenraster} / 30$ (i. allg. 12 bis 20 [cm])
- Gesamthöhe $h \approx l / 17$ (bei St 37)



13.5.8 Zweiachsig gespannte Hohlplatten

Die Hohlplatte ist zweiachsig gespannt.

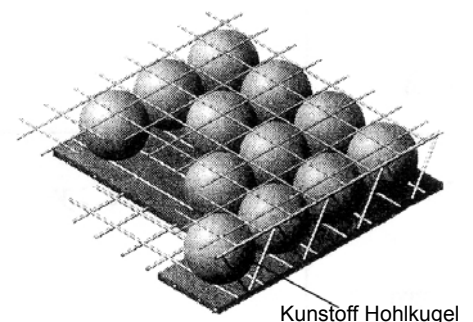
Vorteile:

- reduzierte Fundamente
- große Spannweiten
- keine Unterzüge (vereinfachte Führung der Installationstechnik)
- reduzierte Fundamente

Im Durchstanzbereich werden die Kugeln entfernt (Vollplatte).

Deckenstärke: 23-50 [cm]

Spannweite: 7-15 [m]



Fabrikat: z.B. BubbleDeck

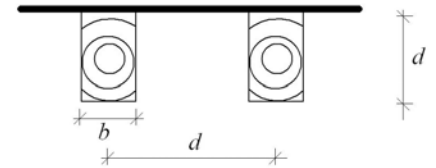
13.5.9 HolzbalkendeckeEigenlast: ca. $2 [kN/m^2]$ Verkehrslast: = $2 [kN/m^2]$ **Balken**

$$d \approx \frac{l}{20}$$

$$b \approx (1/2 \text{ bis } 2/3) d \geq 10 [cm]$$

Balkenachsabstand $d \approx l/4$ Günstig $d \approx 65 [cm]$ bis $100 [cm]$ **Brandschutz**

F 30-B mit Verkleidungen und Abdeckungen und/ oder Überdimensionierung möglich.

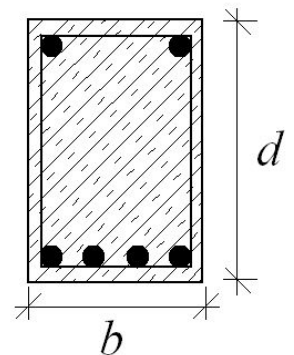
**13.6 Balken/ Träger im Geschossbau****13.6.1 Stahlbetonbalken****(Unterzug)**

- aus Ortbeton/ Fertigteil

$$d \approx \frac{l_i}{12} \dots \frac{l_i}{8} \quad b \approx \frac{d}{3} \dots \frac{d}{2} \geq 20 [cm]$$

- Durch Vorspannung kann die Balkenhöhe reduziert werden.

$$d \approx \frac{l_i}{17} \dots \frac{l_i}{15}$$

**13.6.2 Stahlbetonüberzug**

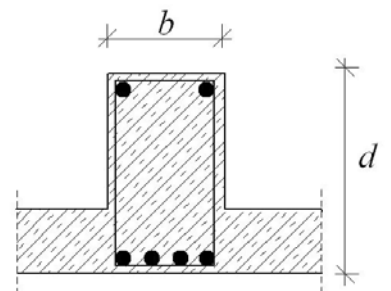
Anordnung Überzüge:

- als Brüstung
- als Attika über Wandöffnungen
- Wirkung mit der Platte zusammen

Im Türbereich nicht möglich!

$$d \approx \frac{l_i}{12} \dots \frac{l_i}{8}$$

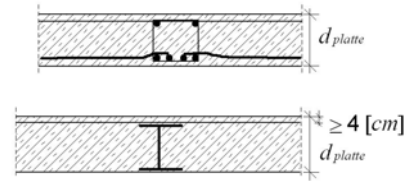
$$b \approx \frac{d}{3} \dots \frac{d}{2} \geq 20 [cm]$$



13.6.3 Deckengleicher Unterzug

Stahlbetonblindbalken/ Stahlträger innerhalb der Stahlbetondecke

$$d_{\text{Platte}} \geq \frac{l}{15} \quad l = \text{Spannweite Unterzug}$$

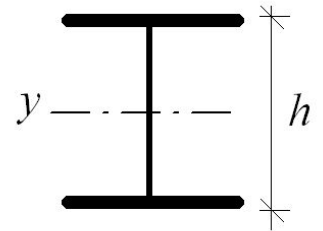


13.6.4 HEB-Träger (=IPB)

Biegung um die y-Achse

$$h \approx \sqrt[3]{17,5 \cdot q \cdot l^2} - 2$$

Trägerhöhe h in [cm]
Streckenlast q in [kN/m]
Spannweite l in [m]

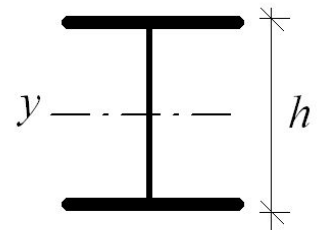


13.6.5 IPE-Träger

Biegung um die y-Achse

$$h \approx \sqrt[3]{17,5 \cdot q \cdot l^2} - 2$$

Trägerhöhe h in [cm]
Streckenlast q in [kN/m]
Spannweite l in [m]



13.7 Stützen

13.7.1 Holzstützen

- zentrische Belastung
- Grenze: $d \approx 10 \dots 20$ [cm]

$$S_k \leq 40 \cdot d$$

Voraussetzung: Gesamtstabilität des Bauwerks ist durch Decken- und Wandscheiben gewährleistet. Stützen sind oben und unten gehalten.

Quadratische Querschnitte:

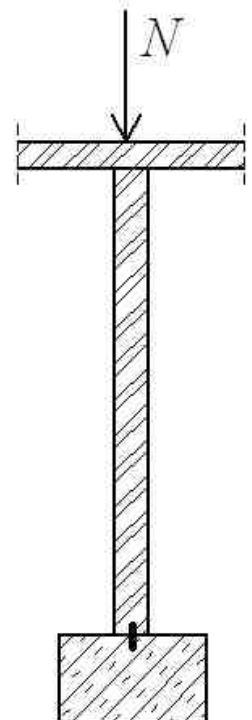
$$\text{zul } F \text{ [kN]} \approx \frac{d^2 \text{ [cm]}}{S_k \text{ [m]}}$$

Runde Querschnitte:

$$F \text{ [kN]} \approx \frac{d^2 \text{ [cm]}}{1,33 \cdot S_k \text{ [m]}}$$

d Querschnittsseite in [cm]

S_k Knicklänge in [m]



13.7.2 Stahlstützen

- zentrische Belastung
- Brandschutz beachten!

Vorraussetzung: Gesamtstabilität des Bauwerks ist durch Decken- und Wandscheiben gewährleistet. Stützen sind oben und unten gehalten.

HEA-Profil (IPBI)

$$h[\text{mm}] \approx \sqrt{22 \cdot F[\text{kN}] S_k[\text{m}]}$$

HEB-Profil (IPB)

$$h[\text{mm}] \approx \sqrt{16 \cdot F[\text{kN}] S_k[\text{m}]}$$

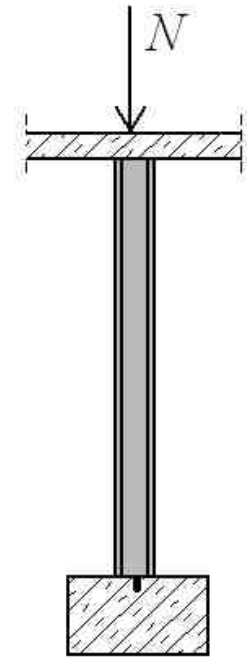
HEM-Profil (IPBv)

$$h[\text{mm}] \approx \sqrt{10 \cdot F[\text{kN}] S_k[\text{m}]}$$

F Stützenlast

h Profilhöhe

S_k Knicklänge in [m]

**13.7.3 Stahlbetonstützen**

Stockwerkhöhe: $h < 13 \cdot d_{\min}$

Bewehrungsgrad hier: $\mu = \frac{A_{\text{Stahl}}}{A_{\text{Beton}}} \cdot 100\% \approx 3\%$

$$d_{\min} = 20[\text{cm}] \quad (\text{Ortbeton})$$

$$= 12[\text{cm}] \quad (\text{Fertigteil})$$

Vorraussetzung: Gesamtstabilität des Bauwerks ist durch Decken- und Wandscheiben gewährleistet. Stützen sind oben und unten gehalten. Zentrische Belastung.

$$A_{\text{Stütze}} = d_{\min} \cdot d_{\max}$$

Beton C20/25 (B 25)

$$A_{\text{Stütze}}[\text{cm}^2] \approx 0,7 \cdot F[\text{kN}]$$

Beton C30/37 (B 35)

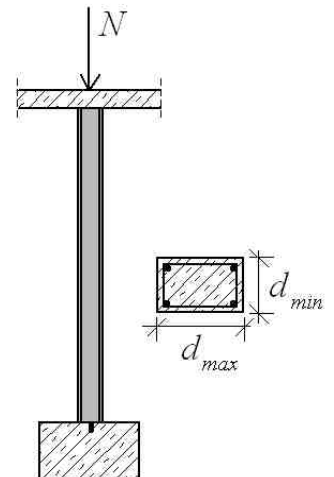
$$A_{\text{Stütze}}[\text{cm}^2] \approx 0,59 \cdot F[\text{kN}]$$

Beton C80/95 (B 85)

$$A_{\text{Stütze}}[\text{cm}^2] \approx 0,32 \cdot F[\text{kN}]$$

Für dicke runde Stützen („umschnürte Säule“) mit $S_k \leq 5 \cdot d_{\text{Stütze}}$

gilt: $A_{\text{Stütze}}[\text{cm}^2] \approx 0,5 \cdot F[\text{kN}]$



13.8 Wände

13.8.1 Mauerwerk aus Mauerziegeln bzw. Kalksandsteinen

Mindestabmessungen von tragenden Pfeilern: $11,5[cm] \times 36,5[cm]$
bzw. $17,5[cm] \times 24[cm]$

Die Mindestdicke von tragenden Innen- und Außenwänden beträgt $d = 11,5[cm]$, sofern aus statischen oder bauphysikalischen Gründen nicht größere Dicken erforderlich sind.

13.8.2 Mauerwerk aus Porenbetonsteinen

Tragende Außenwände: $d \geq 11,5[cm]$

Anwendung als tragende Innenwände ist statisch und schallschutztechnisch zu überprüfen.

Geringe Rohdichte ($0,5$ bis $0,7 [kg / dm^3]$) bedeutet: guter Wärmedämmstoff, geringe Druckfestigkeit, gute Bearbeitbarkeit.

Außen muss Porenbeton grundsätzlich gegen Feuchtaufnahme geschützt werden.

13.8.3 Stahlbetonwände

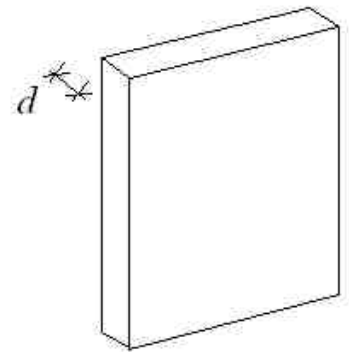
Außen- und Innenwänden: $d_{\min} = 10[cm]$

mit Rücksicht auf den Schallschutz: $d_{\min} = 14[cm]$

Zur Einhaltung eines erhöhten Schallschutzes nach DIN 4109 bei Wohnungstrennwänden: $d \geq 22[cm]$

Die Mindestwanddicken ergeben sich nach DIN 1045, soweit nicht aus Gründen des Schall-, Feuchte- oder Brandschutzes oder aus Herstellergründen dickere Wände erforderlich sind.

Bei nichttragenden Wänden genügen $7-14 [cm]$



13.9 Fundamente

13.9.1 Quadratisches Einzelfundament

- zentrische Belastung unter Stützen oder sonstigen Punktlasten
- angenommen wird eine zulässige Bodenpressung

$$\text{zul } \sigma_B = 250 \dots 300 [kN/m^2]$$

Sohle in frostfreier Tiefe: mind. 0,80 [m]

Fundamentbreite:

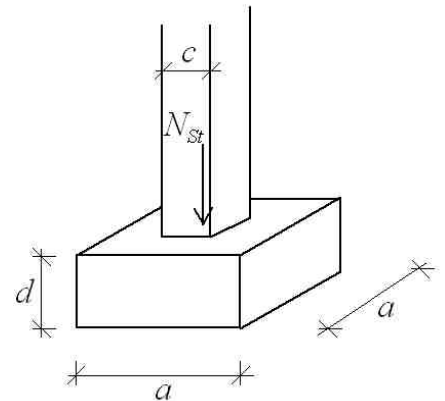
$$a [m] \approx \sqrt{\frac{1,2 \cdot N_{St} [kN]}{\text{zul } \sigma_B [kN/m^2]}}$$

Ausführung in Beton C20/25 (B25) **unbewehrt**:

$$d [m] \approx \frac{a - c}{2}$$

Ausführung in Beton C20/25 (B25) **bewehrt**:

$$d [m] \approx \frac{a - c}{6} \geq 0,3 [m]$$



13.9.2 Streifenfundament

- zentrische Linienlast unter der Wand
- angenommen wird eine zulässige Bodenpressung

$$\text{zul } \sigma_B = 250 \dots 300 [kN/m^2]$$

Sohle in frostfreier Tiefe: mind. 0,80 [m]

Fundamentbreite:

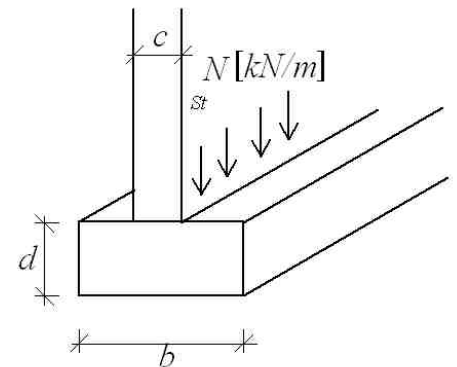
$$b [m] \approx \frac{1,2 \cdot N [kN]}{\text{zul } \sigma_B [kN/m^2]} \geq 0,5 [m]$$

Ausführung in Beton C20/25 (B25) **unbewehrt**:

$$d [m] \approx 0,6 \cdot (b - c) \geq 0,3 [m]$$

Ausführung in Beton C20/25 (B25) **bewehrt**:

$$d [m] \approx \frac{b - c}{6} \geq 0,3 [m]$$



13.9.3 Plattenfundamente

Durchgehende, bewehrte Grundplatte unter dem gesamten Bauwerk:

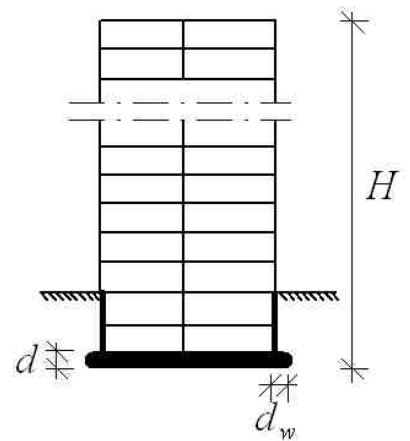
- zur Vermeidung von Schäden unterschiedlicher Baugrundsetzung
- bei hohen Lasten (Hochhäuser)
- bei drückendem Grundwasser, in Verbindung mit Wannenausbildung
- aus wirtschaftlichen Gründen auch bei kleinen Bauwerken (das Ausschachten von Fundamentengräben entfällt)

Plattendicke

$$d[\text{cm}] \approx \frac{H[\text{cm}]}{30} \geq 30[\text{cm}] \quad \text{oder} \quad d[\text{cm}] \approx 10 \cdot \text{Anzahl der Geschosse}$$

Wanddicke

$$d_w \geq 30[\text{cm}]$$

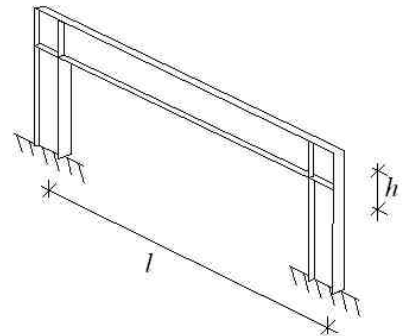


13.10 Rahmen, Wände und Seile aus Stahl

13.10.1 Rahmen aus Stahl

- Biegesteife Eckverbindungen
- Bevorzugt sind Drei- und Zweigelenrahmen
- Bei hohen Hallen mit großen H-Lasten (z.B. Kranseitenstoß), kann ein gespannter Rahmenfuß von Vorteil sein, da sich die Biegemomente auf alle 4 Ecken verteilen. Allerdings müssen die Fundamente größer dimensioniert werden

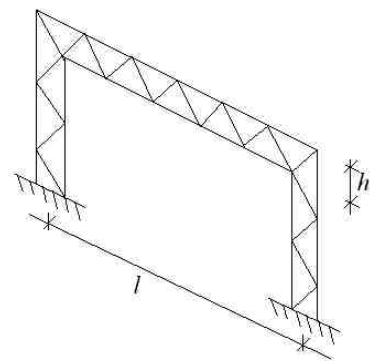
$$h \approx \frac{l}{40} \dots \frac{l}{30} \quad \text{bei } 5 \leq l \leq 45[\text{m}]$$



13.10.2 Fachwerkrahmen aus Stahl

- Die Belastungen sollten in den Fachwerkknoten angreifen.
- Vorteile:
 - Wirtschaftliche Materialauslastung (Die Spannung ist gleichmäßig im Querschnitt verteilt)
 - Großräumige Öffnungen für die Querdurchführung von Installationsstraßen
 - Transport in Teilen und einfache Montage vor Ort

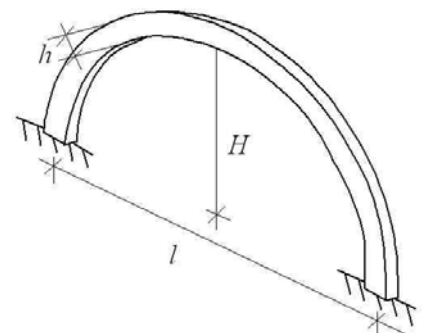
$$h \approx \frac{l}{20} \dots \frac{l}{10} \quad \text{bei } 8 \leq l \leq 60[\text{m}]$$



13.10.3 Bogen aus Stahl

- Bevorzugt sind Zweigelen- und Dreigelenkbögen
- Eingespannter Bogen und Zweigelenbogen sind steifer als Dreigelenkbogen, sie sind aber empfindlicher gegen ungleiche Auflagerverschiebung und Temperatureinwirkung.
- Je flacher der Bogen, umso höher die Horizontalkraft am Auflager
- Diese Horizontalkräfte werden durch Zugbänder aufgenommen

$$h \approx \frac{l}{70} \dots \frac{l}{50} \quad \text{bei } 25 \leq l \leq 70[\text{m}]; \quad \frac{H}{l} > \frac{1}{8}$$

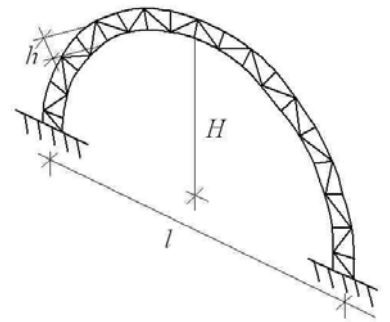


13.10.4 Fachwerkbogen aus Stahl

Vorteile:

- Großräumige Öffnungen für die Querdurchführung von Installationsstraßen
- Transport in Teilen und einfacher Zusammenbau vor Ort
- Ausführung als Zweigelenbogen, Dreigelenbogen und seltener als eingespannter Bogen

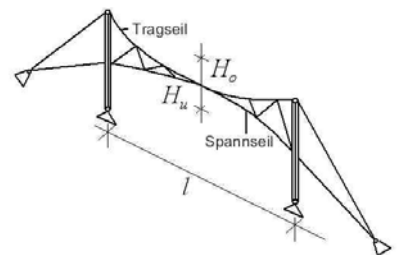
$$h \approx \frac{l}{50} \dots \frac{l}{30} \quad \text{bei } 40 \leq l \leq 120 [m]; \quad \frac{H}{l} > \frac{1}{8}$$



13.10.5 Seilbinder

- Das Tragseil wird durch das Spannseil stabilisiert. Die Verbindung der beiden erfolgt durch dreiecksförmig angeordnete Zugstäbe
- Das System muss vorgespannt sein, dass auch unter der größten Last nur Zugkräfte wirken
- Bei Windsog wechseln Trag- und Spannseil ihre Funktionen

$$H_o \approx H_u = \frac{l}{18} \dots \frac{l}{10} \quad \text{bei } 40 \leq l \leq 150 [m]$$

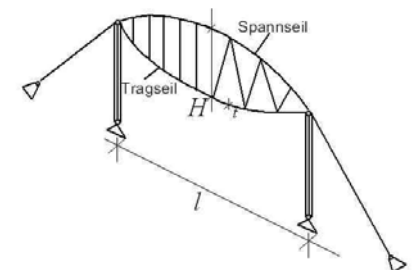


13.10.6 Spreizbinder

- Das Spannseil wird über dem Tragseil angeordnet, als Abstandhalter dienen Druckstäbe
- Die Druckstäbe sind stabilitätsgefährdet und müssen seitlich gehalten werden, weil sie sonst um die Trägerachse drehen können

$$H \approx \frac{l}{10} \dots \frac{l}{5} \quad \text{bei } 20 \leq l \leq 150 [m]$$

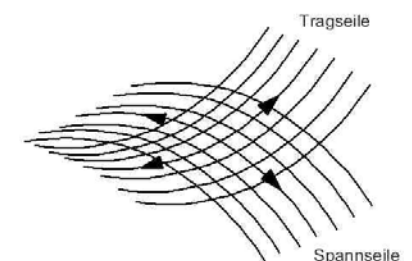
$$\text{Seildurchmesser: } t \approx \frac{l}{10.000} \dots \frac{l}{1000}$$



13.10.7 Seilnetz

Das Netz besteht aus zwei sich kreuzenden, gegeneinander verspannten Seilscharen, den Tragseilen und den Spannseilen. Die Seilscharen sind gegenseitig gekrümmt und erzeugen unter Vorspannung Umlenkkräfte, die an den Seilkreuzungspunkten im Gleichgewicht stehen.

$$\text{Seildurchmesser: } t \approx \frac{l}{10.000} \dots \frac{l}{1000} \quad \text{bei } 20 \leq l \leq 150 [m]$$



Literaturverzeichnis:

Entwurf- und Berechnungstabeln für Bauingenieure, 2. Auflage, Verlag: Bauwerk, 2005, Berlin, Hsg. Prof. Dr.-Ing. Klaus Holschemacher

.....