

Gewölbe und Bögen

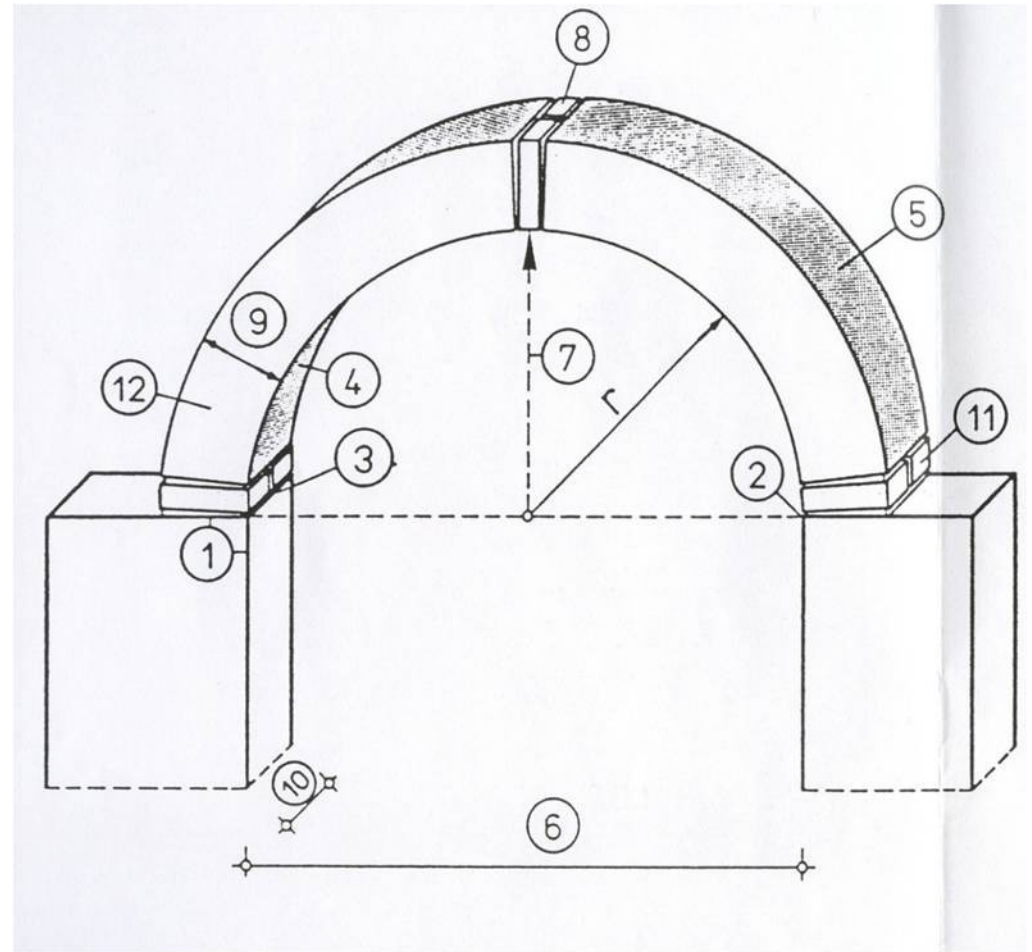
***Berechnen, konstruieren, anfertigen
und mauern von Bögen und
Gewölben***

Allgemeines Bögen:

- Mauerbögen wurden früher fast ausschließlich als Überlagen, Stürze, Brücken und an anderweitigen Tragwerken verwendet und stellten ein bevorzugtes Element der Baukunst dar.
- Durch die Überlagen ist die Verwendung der Mauerbögen in den letzten Jahrzehnten beinahe in Vergessenheit geraten.
- Nur gelegentlich werden Sichtmauerwerksbögen im Einfamilienhaussektor wieder errichtet.
- Ihre größte Bedeutung fanden die Bögen in Kirchen, Klöstern und sogar in Aufbewahrungskammern.

Benennung der Bogenteile

- 1 Widerlager
- 2 Kämpferpunkt
- 3 Kämpferlinie
- 4 Leibung
- 5 Bogenrücken
- 6 Spannweite
- 7 Stichhöhe
- 8 Schlussstein
- 9 Bogenstärke
- 10 Bogentiefe
- 11 Anfängersteine
- 12 Bogensteine



Mauerbögen in der Herstellung

- Die Schichteneinteilung:

Jeder Bogen soll eine ungerade Anzahl von Schichten haben. Der Schlussstein muss genau in der Mitte des Bogens liegen und ein Läufer sein. Die errechnete Anzahl und die genaue Schichtdicke wird seitlich auf die Schalung (Reminade) vermerkt. Die Aufteilung der Schichten erfolgt von der Bogenmitte aus. Um Irrtümer am Bogenbeginn (falsche Schichten) auszuschließen, werden sie vom Schlussstein beginnend mit L = Läufer oder B = Binder bezeichnet

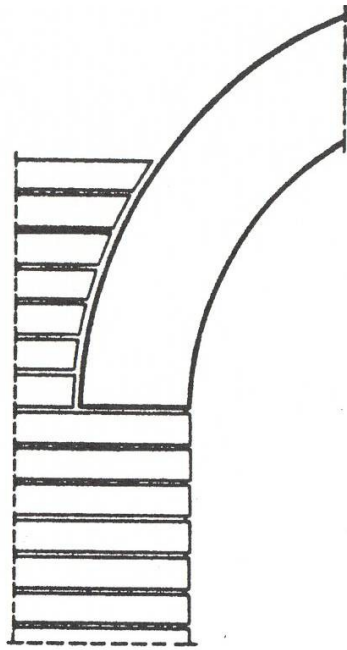
Mauern des Bogens

- Mit dem Mauern wird von beiden Widerlagern aus gleichzeitig begonnen.
- Die Schichten müssen genau nach Aufteilung auf der Reimade gemauert werden.
- Als Mörtel muss mindestens ein Kalkzementmörtel verwendet werden.
- Die verwendeten Ziegel müssen gut gebrannt und sollen genässt (staubfrei) vermauert werden.
- Der Schlussstein muss satt wie auch die anderen Steine im Mörtelbett sitzen.
- Die Lagerfugendicke am Bogenrücken beträgt max. 2cm, die der Leibung mind. 5mm .
- Keilsteine müssen in der Leibung eine Mindestdicke von 4,7cm aufweisen.

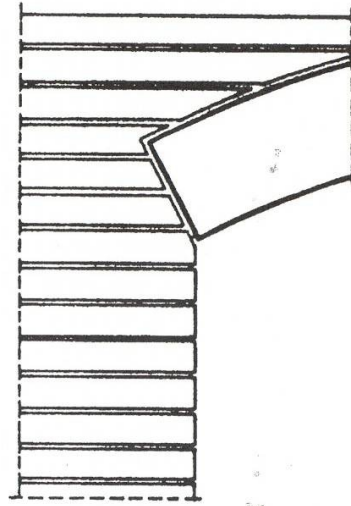
Die gebräuchlichsten Bogenformen

- Rundbogen
- Flach-, Segment- oder Stichbogen
- Scheitrechter Bogen
- Korbbogen mit 3 oder 5 Mittelpunkten
- Normaler, gedrückter und überhöhter Spitzbogen
- Tudorbogen
- Steigender Kreisbogen
- Hufeisenbogen
- Elliptischer Bogen

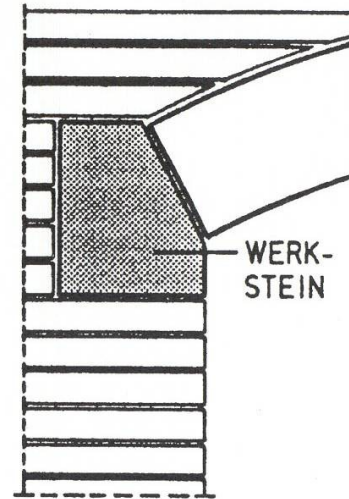
Widerlagerausbildungen



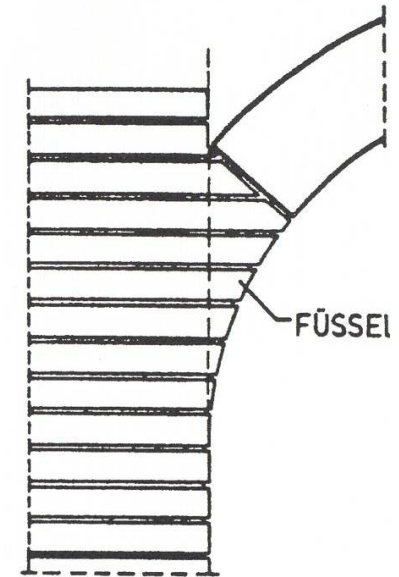
WAGRECHT



MIT
AUSSPARUNG



AUSSPARUNG
MIT WERKSTEIN



VORGEKRAGT

Überschlägige Bogendicken

- Der Scheitrechte Bogen:

Spannweite (m)	Bogendicke (Stein)
~ 0,85	1
~ 1,25	1,5
~ 1,50	2

Überschlägige Bogendicken

- Der Segmentbogen:

Spannweite (m)	Bogendicke (Stein)
~ 1,25	1
~ 1,55	1,5
~ 3,00	2

Überschlägige Bogendicken

- Der Rundbogen:

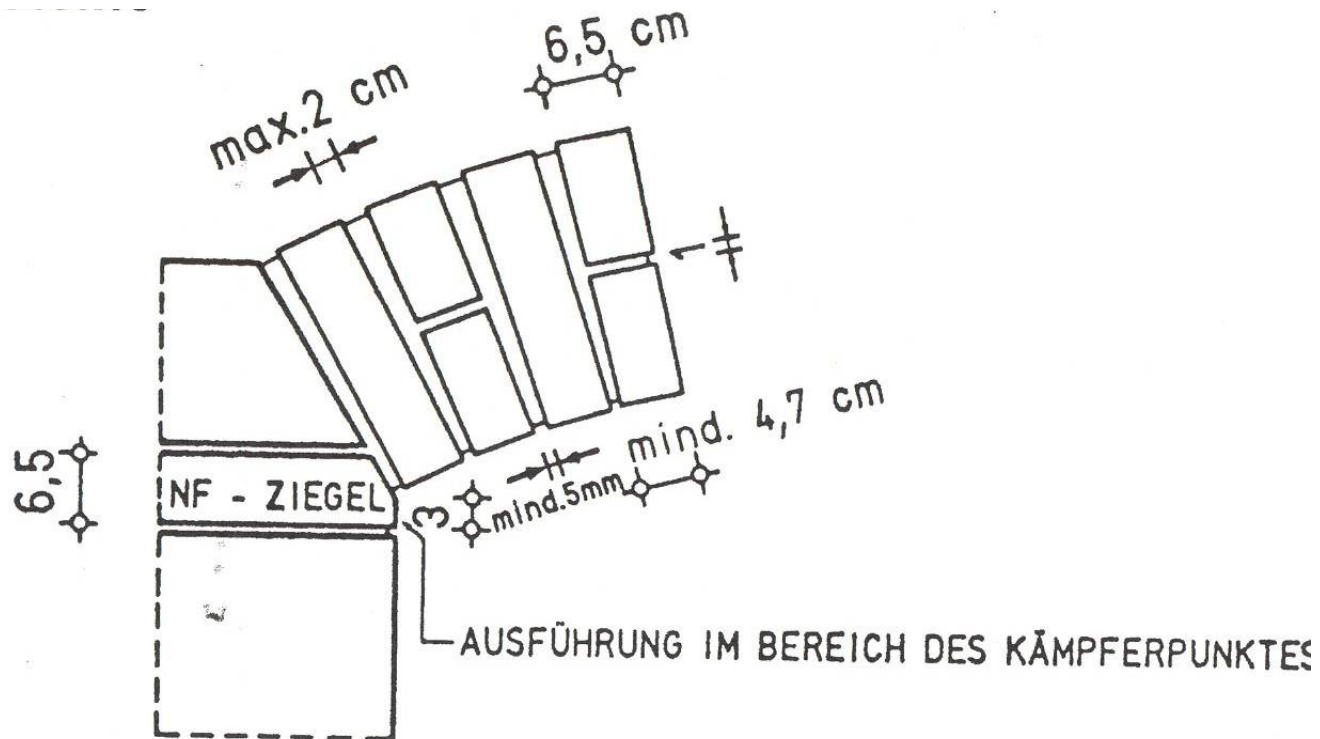
Spannweite (m)	Bogendicke (Stein)
~ 1,30	(meist Rollscharen)
~ 1,80	1
~ 3,00	1,5

Überschlägige Bogendicken

- Der Korbbogen:

Spannweite (m)	Bogendicke (Stein)
~ 1,30 (3 Leierpunkte)	1
~ 1,80 (5 Leierpunkte)	1,5
Für größere Spannweiten Statik zweckmäßig	

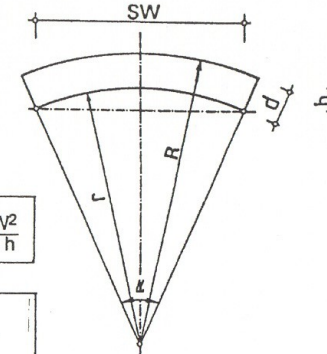
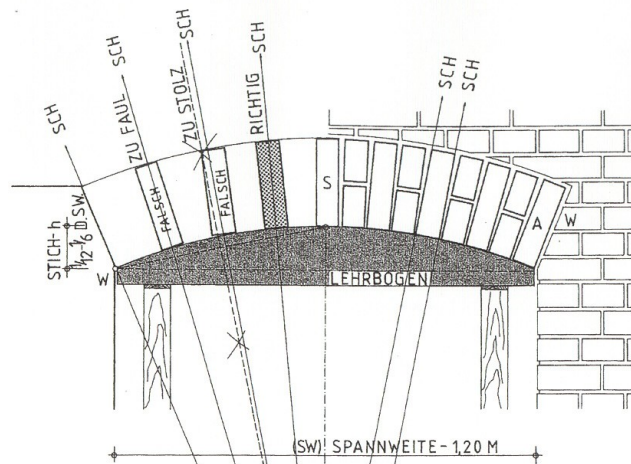
Keilfugen und Keilsteine



Der Segment-,Stich- oder Flachbogen

- Vorwiegend bei Fenster und Türöffnungen als Entlastungsbogen über Überlagerhölzern oder Natursteinstürzen.
- Die Stichhöhe beträgt $1/12$ - $1/6$ der Spannweite.
- Die Widerlagerneigung hängt von der Krümmung des Bogens ab. Je höher die Stichhöhe um so mehr ist das Widerlager geneigt.

Konstruktion eines Segmentbogens



$$r = \frac{h}{2} + \frac{SW^2}{8 \cdot h}$$

$$b = \frac{r \cdot \pi \cdot \alpha}{180^\circ}$$

Stichhöhe als Bruchteil der Spannweite	$\frac{1}{6} \cdot SW$	$\frac{1}{7} \cdot SW$	$\frac{1}{8} \cdot SW$	$\frac{1}{9} \cdot SW$	$\frac{1}{10} \cdot SW$	$\frac{1}{11} \cdot SW$	$\frac{1}{12} \cdot SW$
Zentriwinkel	73,74°	63,69°	56,15°	50,05°	45,24°	41,20°	37,85°

- W = Widerlager
- A = Anfängerstein
- S = Schlussstein
- M = Mittelpunkt
- SW = Spannweite
- Sch = Schnur
- h = Stich

M-LEIERPUNKT
6,5 CM (NF-ZIEGEL)

- d = Bogendicke
- alpha = Zentriwinkel
- r = Radius ohne Bogendicke
- R = Radius mit Bogendicke
- b = Bogenlänge im Leibungsbereich
- B = Bogenlänge am Bogenrücken
- n = Anzahl der Schichten
- f = Fugendicke im Leibungsbereich
- F = Fugendicke am Bogenrücken

Der Scheitrechte Bogen

- Früher wurden Fenster und Türstürze fast ausschließlich aus Scheitrechten Bögen errichtet.
- Die Stichhöhe beträgt $1/100$ - $1/50$ der Spannweite.
- Kaum Spannweiten über 1,30m möglich.
- Konstruktiv stellt diese Bogenform einen Mauerwerkskeil zwischen zwei Widerlagern dar.
- An Stelle dieses Bogens werden heute beinahe nur mehr Überlagen verwendet.

- Herstellen des Widerlagers:

Die Neigung des Widerlagers beträgt bei diesen Bögen mit ungefähr 1 Meter Spannweite 5-6 cm und soll für einen 25 cm dicken Bogens 3,5 Schichten hoch sein. Die Ziegel müssen sorgfältigst behauen oder geschnitten werden.

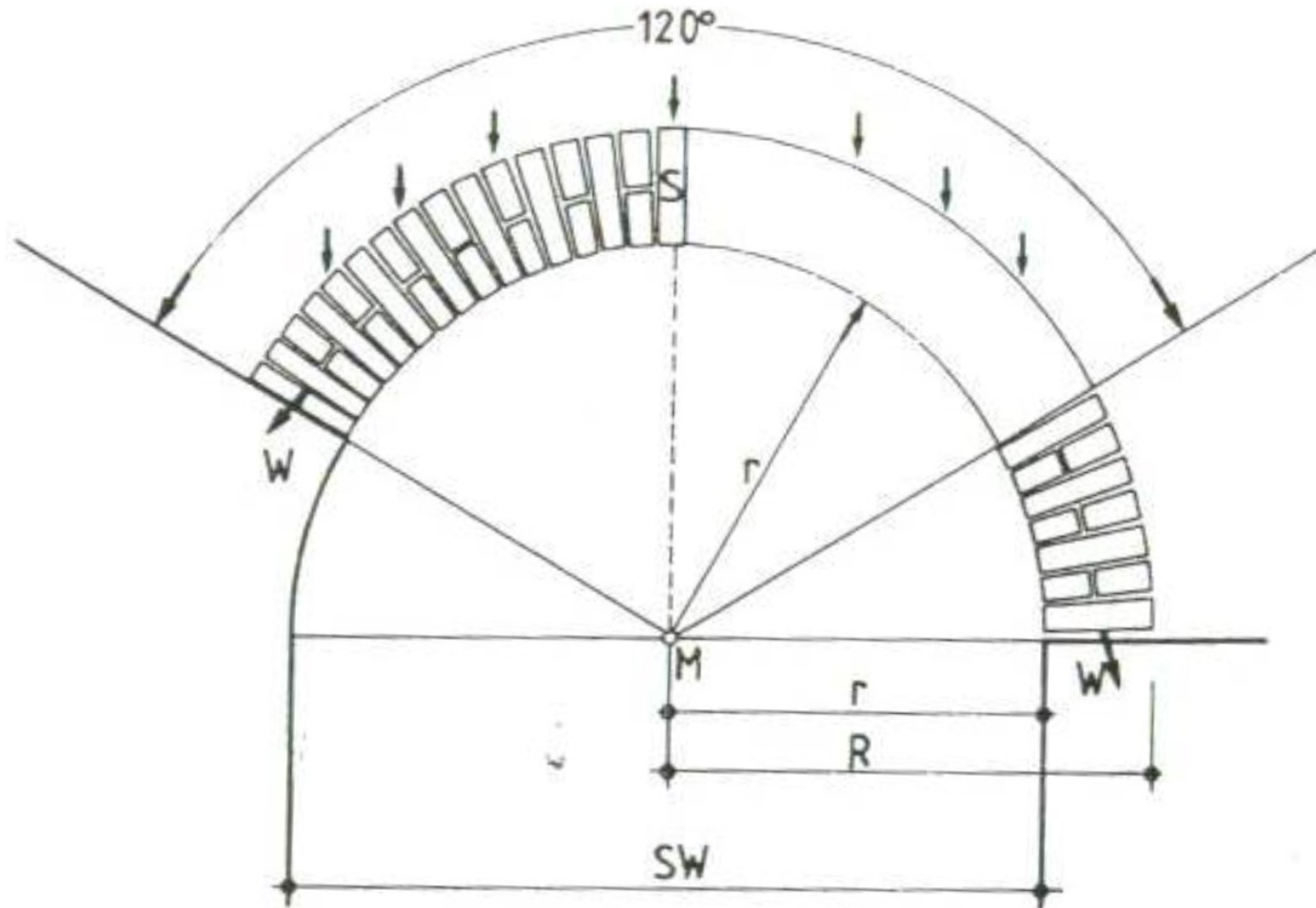
- Herstellen der Schalung:

Als Schalung verwendet man ein Brett (Pfosten) mit der Länge der Spannweite. Dieses wird mittels Keile und Steher auf die richtige Höhe gebracht. Die notwendige Überhöhung wird durch das Aufbringen von Sand und Mörtel oder einer geringfügigen Reminade hergestellt.

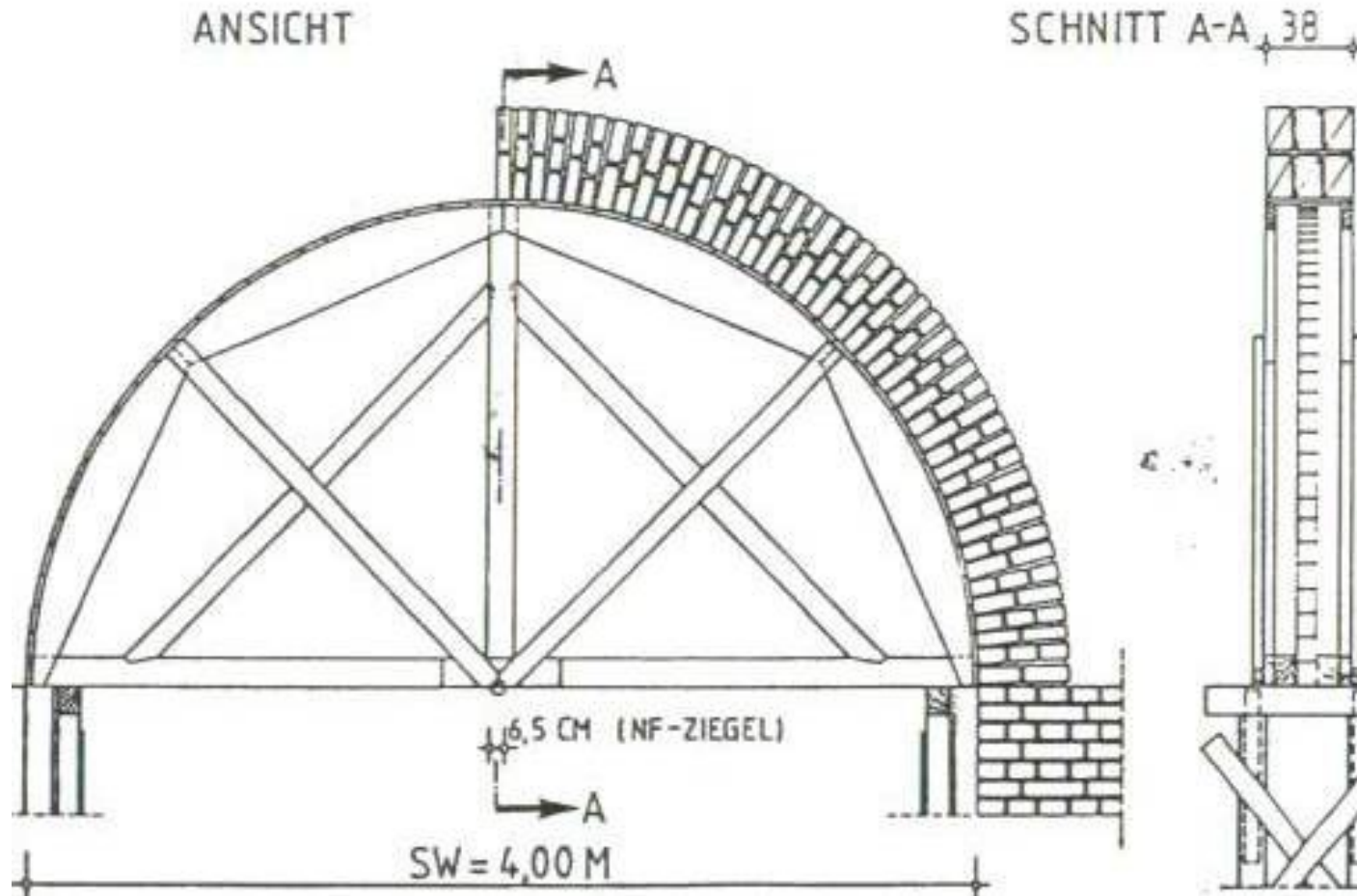
Der Rundbogen

Meist gesehene Bogenform. Das Widerlager wird häufig waagrecht ausgebildet, d.h. dass die Auflast vertikal auf das Mauerwerk übertragen wird und beidseitig einen Schub ausübt. Am besten wirkt der Rundbogen, wenn das Widerlager so hoch vorkragt, dass die Kämpferfugen einen Winkel von 120° ergeben. Werden kleinere Spannweiten ausgeführt, so werden bedingt durch die starke Krümmung Rollscharen übereinander gewölbt. Auch bieten sich für kleinere Spannweiten Keilsteine an, wobei die Mindestdicke von 4,7 cm eingehalten werden muss. Die Haut des Lehrbogens besteht meist aus querliegenden Brettern. Die Tragkonstruktion wird mit Aussteifungsstreben ausgeführt und mittels Steher unterstellt. Tragkonstruktionen um Spannweiten von 4,00m können problemlos errichtet werden und brauchen mit entsprechender Aussteifungsstreben keine Mittelunterstützung.

- Konstruktion und Ausführungsart des Rundbogens:



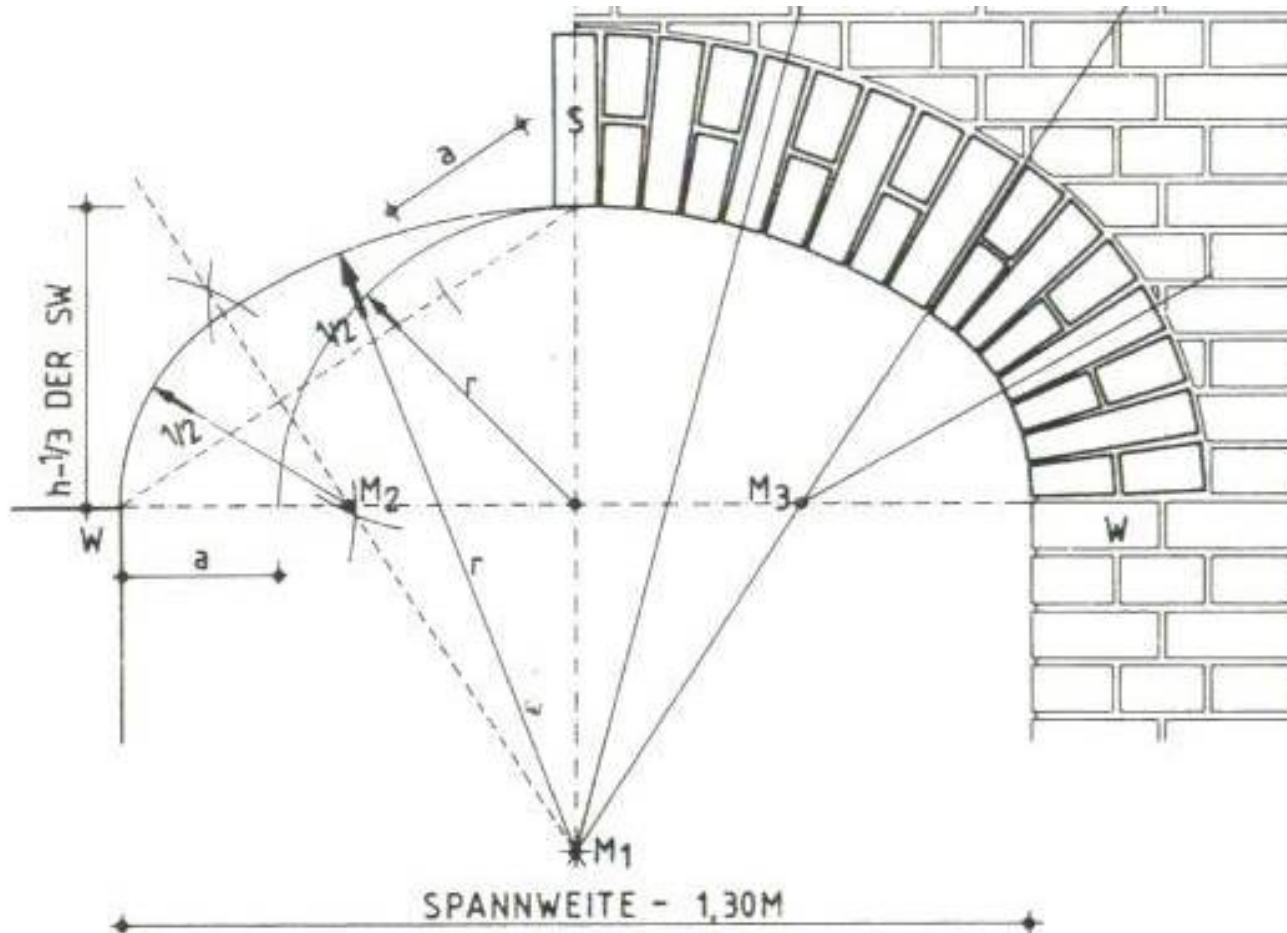
- Reminade eines Rundbogens ohne Mittelunterstellung:



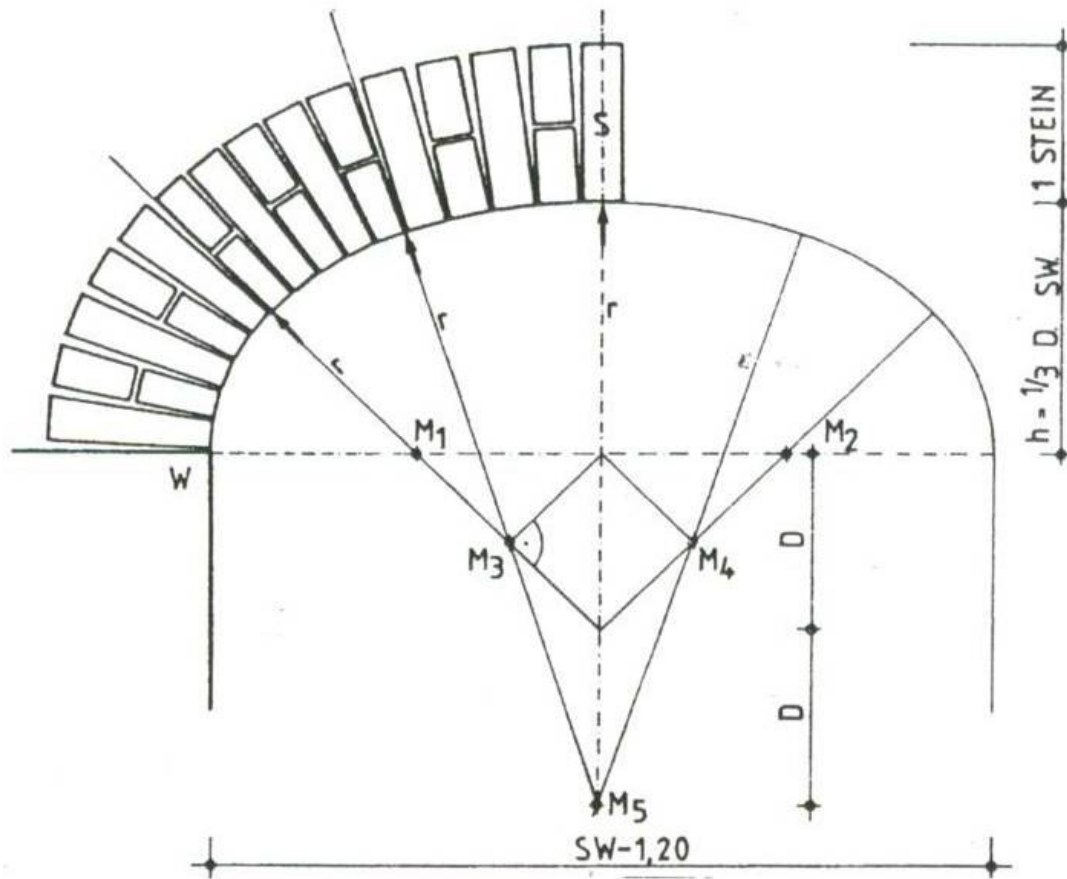
Der Korbbogen

Der Korbbogen ist ein gedrückter Rundbogen. Bei Spannweiten bis ca. 2,00m erfolgt die Konstruktion mit drei Mittelpunkten, darüber hinaus mit fünf Mittelpunkten. Seine günstigste Stichhöhe beträgt $\frac{1}{3}$ der Spannweite. Beim Korbbogen mit drei Mittelpunkten haben wir zwei verschiedene Fugenrichtungen, beim fünfteiligen drei verschiedene Fugenrichtungen. An den Übergangsstellen ist darauf zu achten, dass der Bogenrücken, trotz verschiedener Mittelpunkten, einen gleichmäßigen Übergang von einem Bogenstück zum anderen aufweist. Je gleichmäßiger der Übergang von einem Bogenstück zum anderen wird, desto größer ist die Tragfähigkeit und somit die Schönheit eines Bogens.

- Konstruktion eines Korbgebogens mit drei Mittelpunkten:



- Konstruktion eines Korbbogens mit fünf Mittelpunkten:

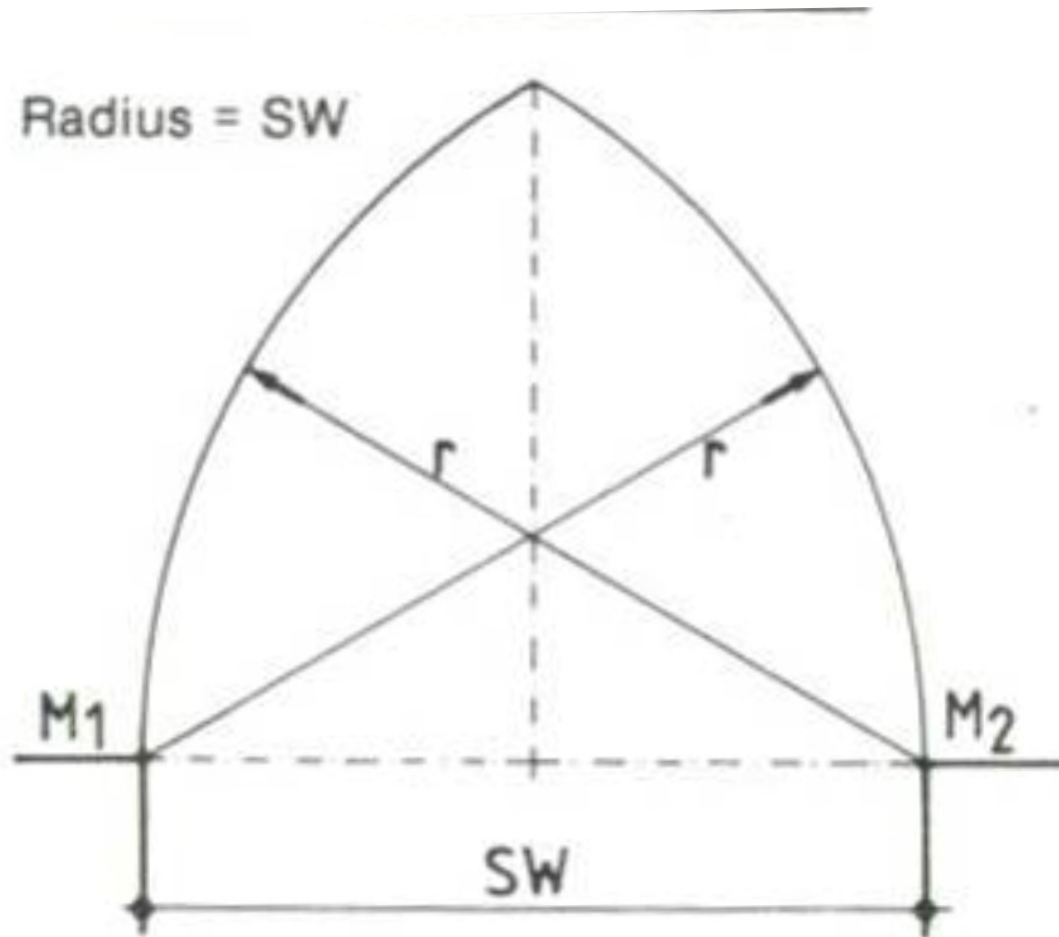


$$D = \left(\frac{SW}{2} - h \right) \cdot \sqrt{2}$$

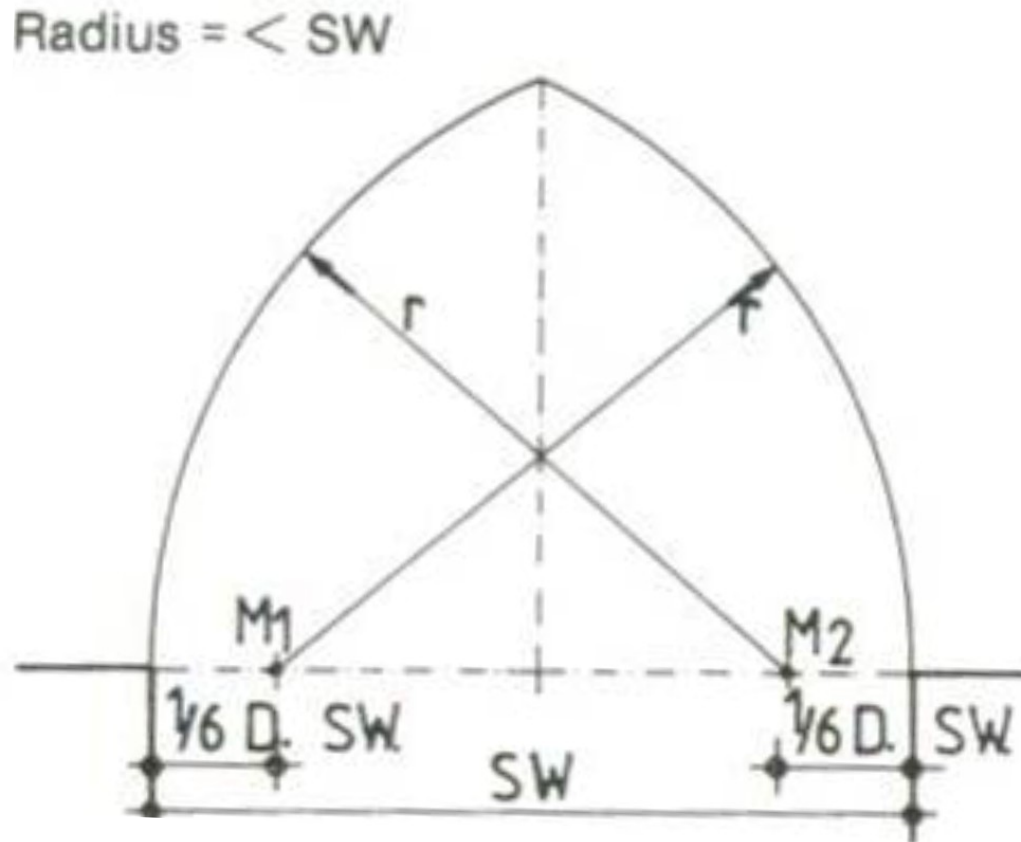
Der Spitzbogen

Beim Spitzbogen sind drei Konstruktionsarten bekannt. Sie unterscheiden sich durch das Verhältnis ihrer „Spannweite zur Höhe“. Abhängig von der Lage der Leierpunkte zum Kämpferpunkt unterscheiden wir normale, gedrückte und überhöhte Spitzbögen. Die Ausführung ist sinngemäß die gleiche wie beim Rundbogen. Die Fugen einer Bogenhälfte verlaufen nach einem Leierpunkt. Der Schlussstein entsteht entweder aus Ziegeln, öfter jedoch aus Werksteinen.

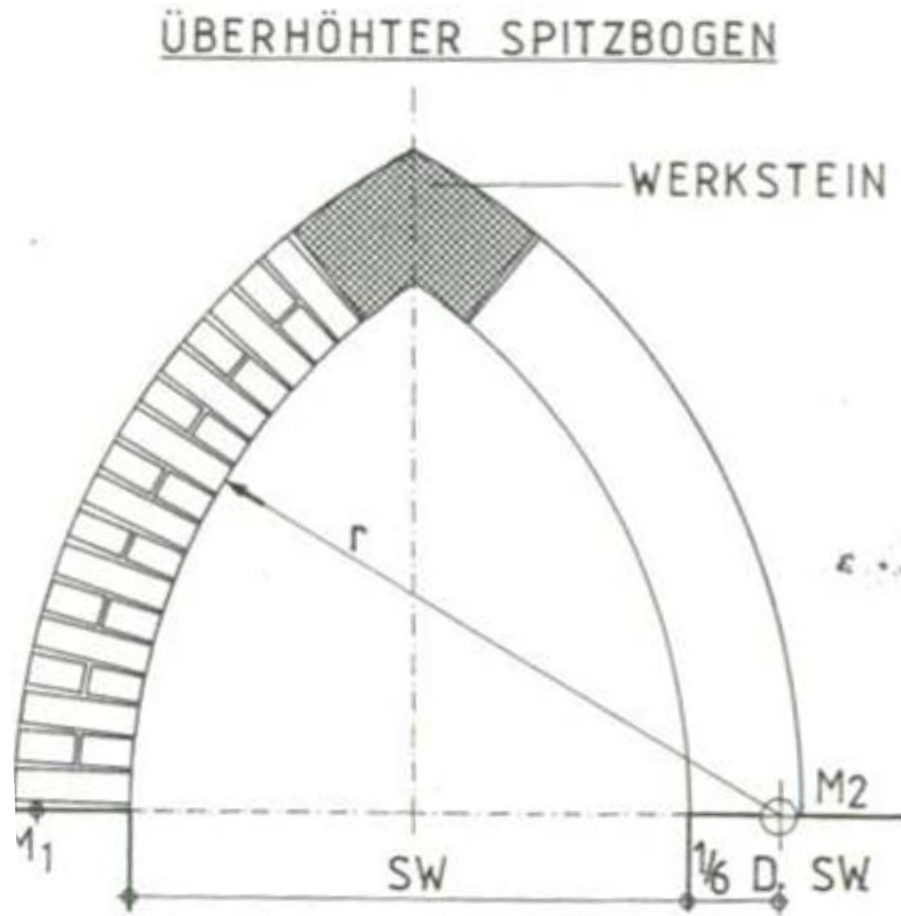
- Konstruktion eines normalen Spitzbogens:



- Konstruktion eines gedrückten Spitzbogens:



- Konstruktion eines überhöhten Spitzbogens:



Berechnung eines Segmentbogens

Beispiel: geg.: Segmentbogen, SW = 120 cm, Stichhöhe = $\frac{1}{10}$ der Spannweite, d = 25 cm;
 ges.: b, B, n, f, F;

Lösung:

$$h = \frac{1}{10} \cdot SW = \frac{1}{10} \cdot 120 = 12 \text{ cm}$$

$$r = \frac{h}{2} + \frac{SW^2}{8 \cdot h} = \frac{12}{2} + \frac{120^2}{8 \cdot 12} = 156 \text{ cm}$$

$\alpha = 45,24^\circ$ lt. Tabelle

$$b = \frac{r \cdot \pi \cdot \alpha}{180^\circ} = \frac{156 \cdot \pi \cdot 45,24^\circ}{180^\circ} = \sim 123,2 \text{ cm}$$

$$R = r + d = 156 + 25 = 181 \text{ cm}$$

$$B = \frac{R \cdot \pi \cdot \alpha}{180^\circ} = \frac{181 \cdot \pi \cdot 45,24^\circ}{180^\circ} = 142,9 \text{ cm}$$

$$n = \frac{\text{Bogenlänge (b)}}{\text{Schichtenstärke (7 cm)}} = \frac{123,2}{7} = 17,6 \rightarrow 17 \text{ Schichten}$$

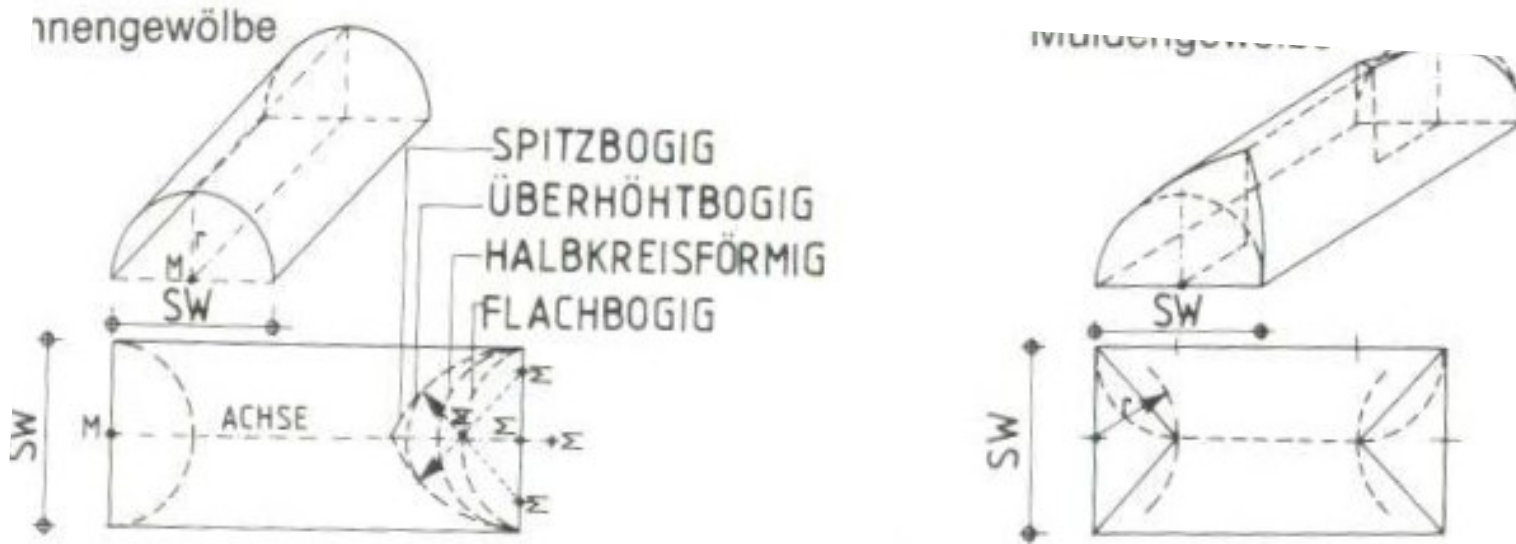
$$f = \frac{b - (n \cdot 6,5)}{n + 1} = \frac{123,2 - (17 \cdot 6,5)}{17 + 1} = 0,71 \text{ cm}$$

$$F = \frac{B - (n \cdot 6,5)}{n + 1} = \frac{142,9 - (17 \cdot 6,5)}{17 + 1} = 1,8 \text{ cm}$$

Allgemeines Gewölbe:

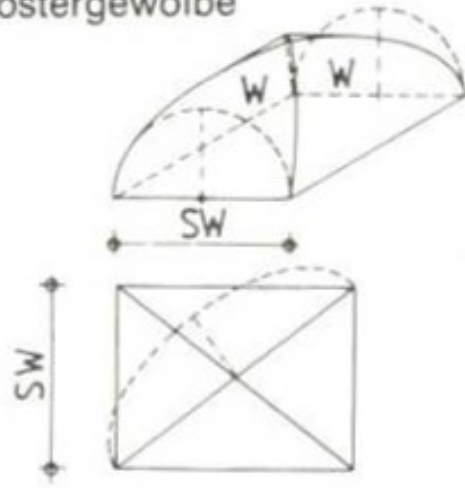
- Als Gewölbe bezeichnet man die nach einer Bogenlinie aus Steinen oder Ziegeln gemauerten Decken über Räumen.
- Gewölbe Werden auch als „schwebendes Mauerwerk“ bezeichnet.
- Die Kunst der Herstellung gewölbter Decken war im Altertum nur den Etruskern bekannt, und wurde im Mittelalter zu hoher Vollendung entwickelt.
- Heute werden Gewölbe überhaupt nicht, oder nur bei Instandsetzungen von Gebäuden gemauert.

Die häufigsten Gewölbearten:



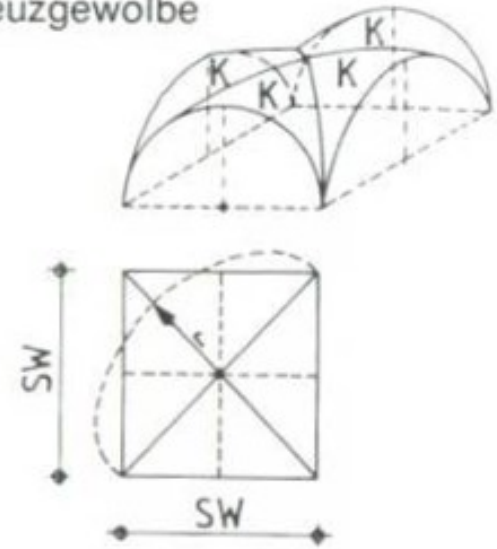
103

Klostergewölbe

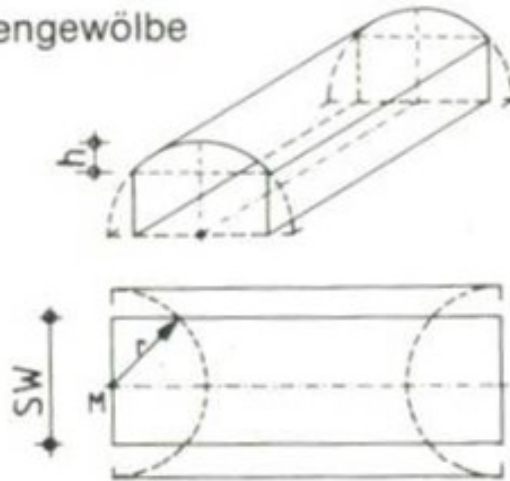


K - KAPPE
W - WANGE

Kreuzgewölbe



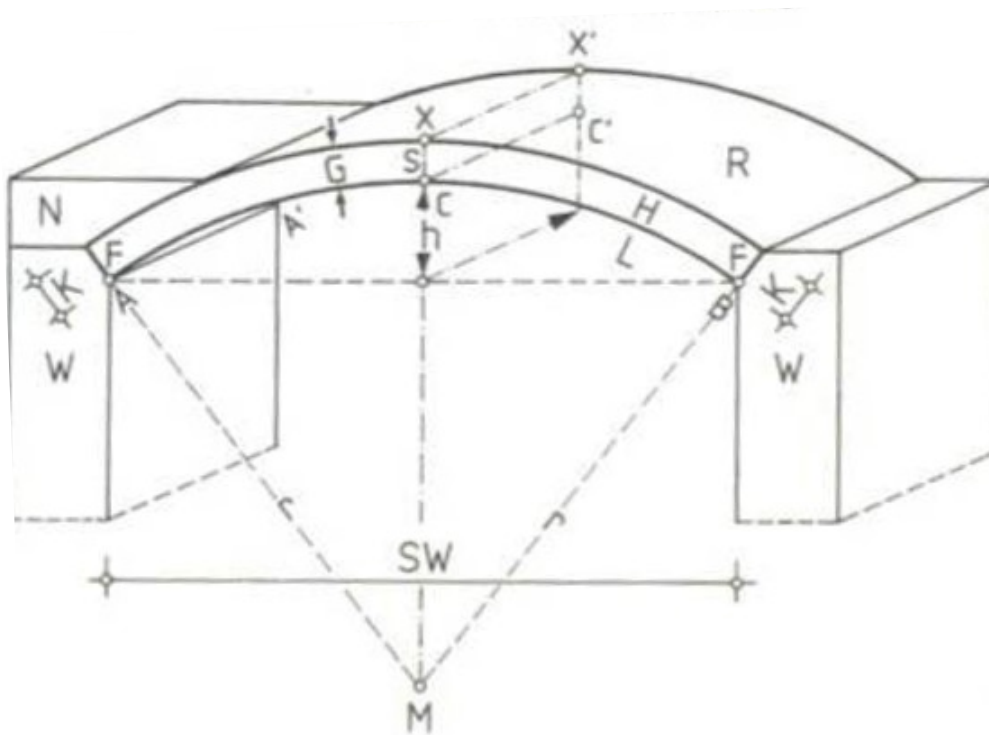
Kappengewölbe



Kuppel-Kugelgewölbe



Benennung der Gewölbeteile

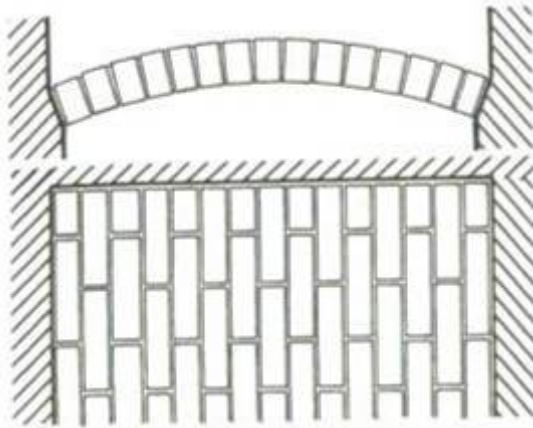


AA	KÄMPFERLINIE, Anlauf
ACB	GEWÖLBEBOGEN
CC'	SCHEITELLINIE der Leibung
F	FUSS
G	GEWÖLBEBOGENDICKE
h	STICHHÖHE
H	HAUPT, Stirn
K	KÄMPFER
L	GEWÖLBELEIBUNG
M	MITTELPUNKT
N	NACHMAUERUNG
r	RADIUS
R	GEWÖLBERÜCKEN
S	SCHEITEL
SW	SPANNWEITE
W	WIDERLAGER
XX'	SCHEITELLINIE des Rückens

iche Tonne oder Plattentonne

Einwölbungsarten

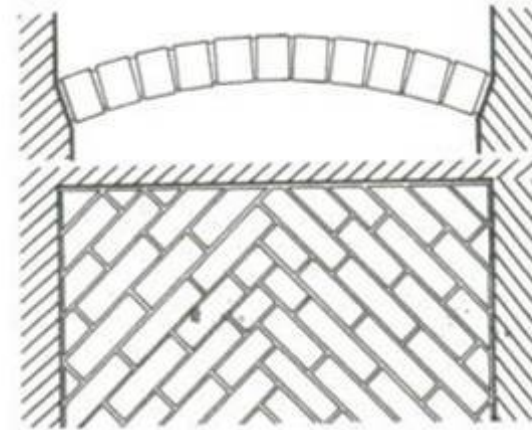
Auf Kuf



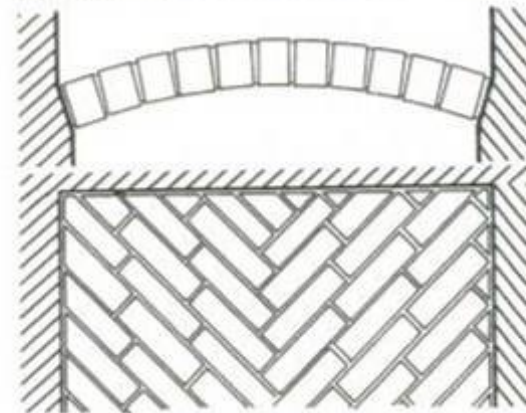
SCHNITT

GRUNDRISS

a) Auf Schwalbenschwanz



b) Auf Schwalbenschwanz



SCHNITT

GRUNDRISS

Auf Rutschboden

