

Sechs Bauepochen

Werkstatt



1/14

Posten 1: Die Pyramide der Ägypter

Aufgabe: Betrachte die Animation des Pyramiden-Baus und schreibe eine Zusammenfassung!



Wie schafften es die alten Ägypter vor 4 500 Jahren, tonnenschwere Steinblöcke bis in eine Höhe von 146 Metern aufzuschichten? Das Geheimnis um den Bau der grossen Pyramide von Gizeh ist eines der ältesten Rätsel der Menschheit.

Die mögliche Lösung zeigt jetzt der Architekt Jean-Pierre Houdin mit einer fantastischen interaktiven Website:

<http://www.3ds.com/passion-for-innovation/khufu-reborn/3d-experience/>



Die Seite entführt auf eine dreidimensionale Zeitreise ins alte Ägypten. Und sie informiert über die neuesten Erkenntnisse rund um Houdins erstaunliche These: Die Cheops-Pyramide wurde von innen nach aussen gebaut – und zwar mithilfe einer spiralförmig ansteigenden Rampe in einem Tunnel im Inneren der Pyramide.

Um diese Theorie zu überprüfen und zu untermauern, simulierte Houdin bereits 2007 den Bauprozess am Computer. 2008 entdeckte man dann eine Kerbe in der Nordostkante der Pyramide – genau an der Stelle, an der Houdin eine der Plattformen seiner inneren Rampe vermutet hatte.



Auf dieser Basis verfeinerte der Architekt in den vergangenen Jahren seine Theorie. Jetzt gab er neue Erkenntnisse bekannt: Demnach existierten zwei Vorkammern, die mit der Königskammer verbunden waren, ausserdem Korridore, durch die die Verstorbenen während des Begräbnisrituals transportiert wurden. Inwieweit dies zutrifft und was das für den Bau der Pyramide bedeutet, können nur weitere Untersuchungen vor Ort bestätigen.



Bis es so weit ist, kannst du dir deine eigene Meinung zum Werk der altägyptischen Baumeister bilden. Wer will, kann sogar virtuell an der Begräbniszeremonie von Pharao Cheops teilnehmen.

Sechs Bauepochen

Werkstatt



2/14

Welche Berufe kamen beim Bau vor? Nenne fünf weitere mögliche Berufe mit Kurzbeschreibung!

1. Werkzeugmacher, stellen Kupfermeissel her und schärfen sie, ebenso Hämmer und Messer
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

Beantworte die folgenden Fragen:

1. *Wie haben die Pyramidenbauer die schweren Blöcke auf den Bauplatz transportiert?*
 - A) mithilfe von Rampen
 - B) mithilfe von Krananlagen
2. *Wie schwer waren die grössten Blöcke, die es zu verbauen galt?*
 - C) bis 60 Tonnen
 - D) um 2 – 3 Tonnen
 - E) rund 10 Tonnen
3. *Wie viele Bauarbeiter erforderte der Bau der grossen Pyramide des Cheops?*
 - F) bis 5 000
 - R) bis 12 000
 - H) bis 20 000
4. *Wie viele Jahre dauerte der Bau der grossen Pyramide von Gizeh?*
 - O) 5 Jahre
 - M) 15 Jahre
 - A) 35 Jahre
5. *Aus welchen zwei Materialien besteht die grosse Pyramide?*
 - T) Granit und Kalkstein
 - U) Granit und Sandstein
 - V) Kalkstein und Sandstein

→ Die Lösung ergibt den Namen eines Edelsteins (Variation von Quarz, SiO_2)



Sechs Bauepochen

Werkstatt



3/14

Posten 2: Die Pfahlbauten

Aufgabe: Lies den Text und plane anschliessend ein Pfahlbauhaus!

Pfahlbauten dienten der Absicherung gegen Raubtiere und feindliche Nachbarn oder gegen schädliche Ausdünstungen des Bodens. Sie wurden sowohl im Uferbereich von Seen (also an offenen Gewässern) wie auch in sumpfigem Gelände errichtet.

An seichten Stellen ramnte man Pfähle aus ganzen oder gespaltenen Stämmen ein. Die Pfähle waren meist nicht stärker als 15 Zentimeter, die Länge betrug je nach Höhe des Wasserstandes zwischen drei und fünf Meter. Oft wurden am Fuss der Pfähle schwere Steine versenkt, die für mehr Stabilität gegen Wellenschlag sorgen sollten. Die Häuser selbst waren ebenfalls aus Pfahlwerk geschaffen, von aussen mit einer Lehmschicht verkleidet und mit Stroh, Rinden und Reisig bedeckt.



Pfahlbauten Unteruhldingen

Diese Bauweise lässt sich seit der Jungsteinzeit vor rund 13 500 Jahren bis in die Bronze- und später Eisenzeit, vor 2 500 Jahren, nachweisen.

Obwohl das Nomadisieren (mit Tieren herumziehen) ebenso erhalten blieb, begann nach und nach die Sesshaftigkeit der Bauern. Die damaligen Menschen begannen die Domestizierung von Tieren und Pflanzen. Als Werkzeuge kannten sie geschliffene Steingeräte (Steinbeile, Dexel). Gleichzeitig weitete sich der Gebrauch von Gefässen aus Keramik aus.

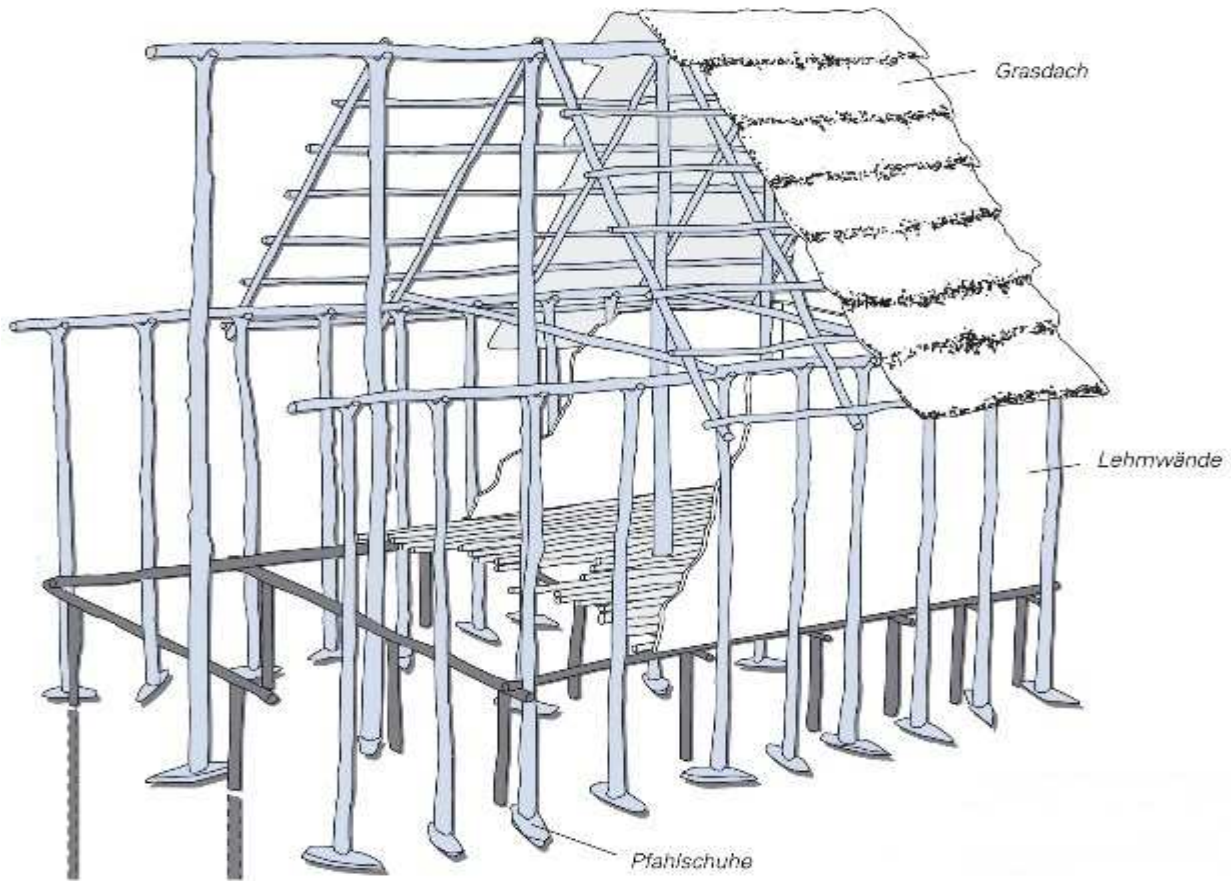
Sechs Bauepochen

Werkstatt



4/14

Planung eines Pfahlbauhauses



Was sind die technischen Herausforderungen und welche Lösungen schlägst du vor?

Problemstellung:

Deine Lösung:

Beschreibe den Bauablauf

1 _____

2 _____

3 _____

4 _____

5 _____

6 _____

Sechs Bauepochen

Werkstatt



5/14

Posten 3: Der Beton der Römer; Roman-Beton

Aufgabe: Lies den Text und stelle einen Kübel Römerbeton her zum Mauern einer kleinen Mauer!

Beton war schon für die Römer ein wichtiger Baustoff.

Der Baustoff Beton wurde schon um 7 000 v.Chr. im Gebiet des heutigen Palästina verwendet. Doch erst die Römer entwickelten den Baustoff zur höchsten Qualität.

Rom verdankt sein Attribut «Ewige Stadt» nicht zuletzt auch diesem Baustoff. Die damaligen Baumeister holten sich ihre Betonzutaten aus Puteoli, dem heutigen Pozzuoli unweit von Neapel. Wahrscheinlich schon um 300 v.Chr. hatten sie nämlich erkannt, dass die in dieser Gegend abgelagerte Puzzolanerde, eine sandige Vulkanasche, mit Kalk vermengt, einen Mörtel ergab, der wiederum mit Sand, Kies oder Bruchsteinen vermischt zu einem wasserdichten, steinharten Beton erstarrte.

Dieser Beton wurde zum Schlüssel der römischen Architektur. Mit ihrem «Opus Caementitium» genannten Baustoff, einer Art Stampfbeton, füllten die Römer ihr doppelschaliges Mauerwerk, stellten Unterwasserbauten her, errichteten auf einem sumpfigen Untergrund das gewaltige Fundament des Kolosseums und erbauten die etwa 43 Meter durchmessende Kugelschale des Pantheon. Und mit dem «Opus Caementitium» legten sie schliesslich auch den Grundstein zu unserem heutigen Wort Zement.



Sechs Bauepochen

Werkstatt



6/14

Stelle nun römischen Beton her und mauere eine kleine Gartenmauer



Bei diesem kleinen Bauvorhaben könntest du vorgemischten Beton in Säcken kaufen. Doch du wirst das Gemisch selbst herstellen. Für die «Mauer» brauchst du eine Holzkiste (als Schalung), in die du den Beton einfüllen kannst.

Das normale Mischungsverhältnis für einen etwas gröberen Beton ist 1 – 1,5 Teile gebrannter Kalk (im Baufachhandel erhältlich) und 3 Teile Zuschlagsstoffe (Sand + Kies, Körnung 0 – 8, fertig gemischt aus dem Kieswerk oder dem Baufachhandel), dazu ein Anteil an fein verhaktem Dachziegelmaterial (Dachziegel mit Hammer kleinhaken).

Die Menge des Wassers, das dazu kommt, ist dann ausschlaggebend. Um z.B. für 20 kg Trockengewicht die richtige Konsistenz zu erreichen, brauchst du nur etwa 2 – 2,5 Liter Wasser. Das kann natürlich leicht variieren.

Wenn der Beton, wie bei einer Gartenmauer, auf oder in der Erde verwendet werden soll, wird er erdfeucht bis plastisch gemischt! Eine zu flüssige, schwabbelige Masse, wie man sich Beton meistens vorstellt, ist völlig ungeeignet und lässt sich nicht verarbeiten. Sie klebt an den Werkzeugen, lässt sich nicht formen und nicht verdichten.

Die erdfeuchte Mischung hingegen ist optimal verwendbar und qualitativ sogar noch hochwertiger. Beton ist nämlich «hygroskopisch¹» und zieht daher die Feuchtigkeit aus dem Boden an. Der Abbindungsprozess findet also langsam und kontinuierlich statt.

Der Mischvorgang beginnt, sobald du dich für den richtigen Behälter entschieden hast. Je nach Platzverhältnissen ist das eine Bauschubkarre oder ein Plastikeimer. Du füllst das Behältnis vorsichtig mit dem schon gut gemischtem, trockenen Beton!

Nun giesst du in Abständen halbliterweise das Wasser dazu und mischst zwischendurch mit der Schaufel oder einer Maurerkelle. Dieser ganze Vorgang ist ziemlich anstrengend und kann schon mal länger als fünf Minuten dauern. Wenn das Gemisch zum Schluss leicht plastisch, aber nicht dickflüssig ist, ist es perfekt! Nun in die vorbereitete Holzschalung einbringen und gut stochern und stampfen.

¹ Bedeutung gemäss Duden: (von bestimmten Stoffen) die Luftfeuchtigkeit, Wasser anziehend, bindend

Sechs Bauepochen

Werkstatt



7/14

Posten 4: Bauen im Mittelalter

Aufgabe: Lies den Text, markiere Wichtiges und bereite einen kurzen Vortrag vor!

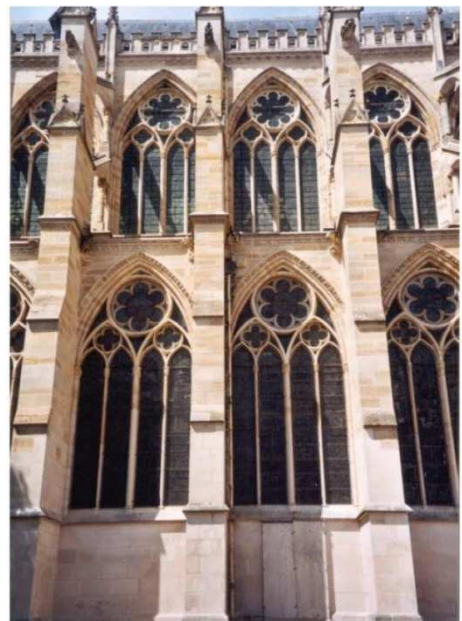
Das Mittelalter war die Zeit der grossen Kathedralen und Kirchen. Der Kirchenbau war die in jeder Hinsicht anspruchsvollste Bauaufgabe des Mittelalters. Generationen bauten an den riesigen Klosterkirchen, Stadtkirchen und Domen. Gegenüber dem Kirchenbau traten profane Bauaufgaben wie Rathäuser, Burgen und Schlösser oder gar die privaten Wohnbauten in den Hintergrund.

Kirchenbauten waren anspruchsvoll. Nicht nur betreffend Finanzierung und Bauorganisation, sondern auch in technischer Hinsicht. Die höchsten Türme, die am weitesten gespannten Gewölbe, die grössten Dachstühle waren an Kirchen und Kathedralen anzutreffen.

Man scheute keinen Aufwand an Kosten und Arbeit, um die Kirchenbauten möglichst grossartig zu bauen. Kirchenbauten waren auch die wichtigsten Symbole, durch die Klöster, Städte oder Bistümer ihre politische und wirtschaftliche Bedeutung dokumentieren konnten.

Trotz der herausragenden Bedeutung des Kirchenbaus im Mittelalter gibt es kaum schriftliche Quellen. In der mittelalterlichen Wissenschaft hatten technische Fragen keinen Platz. Der Kirchenbau als Abbild der göttlichen Ordnung wurde im Sinne einer theologischen Interpretation wissenschaftlich gewürdigt. Die Handwerker, die den Bau ausführten, besaßen keine höhere Schulbildung. Die leitenden Werkmeister der grossen mittelalterlichen Bauten waren gut bezahlte und hoch angesehene Handwerker. Sie hatten jedoch schon allein aus Gründen des zeitlichen Ablaufes der handwerklichen Lehre keine Gelegenheit, eine Bildung im höheren akademischen Sinne zu erwerben.

Musterbauten



Sechs Bauepochen

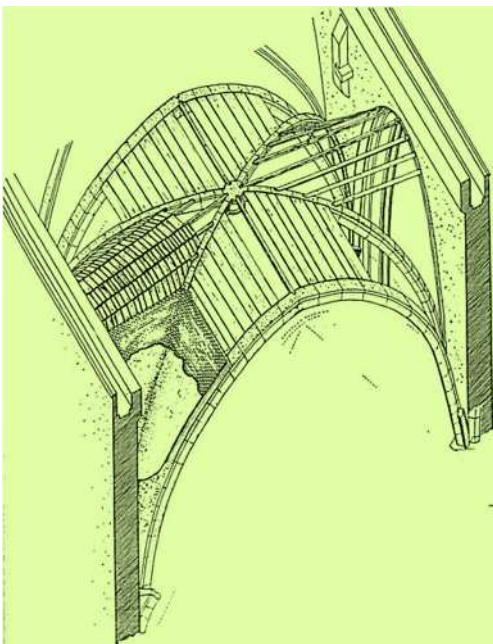
Werkstatt



8/14

Schon mit 14 Jahren begannen die Lehrjungen ihre Tätigkeit bei einem Meister, die Lehrzeit dauerte für Steinmetze 4 – 5 Jahre. Danach musste sich der frischgebackene Geselle auf Wanderschaft begeben. Diese dauerte ein weiteres Jahr. Um Meister zu werden, waren dann weitere zwei Ausbildungsjahre im Handwerk erforderlich.

Trotz der rein handwerklichen Ausbildung der mittelalterlichen Baumeister gab es im Mittelalter eine unübersehbare technische Fortentwicklung des Bauwesens durch Erfahrung. Die Zünfte (Zusammenschlüsse der Handwerker eines Berufszweiges) sorgten für die Einhaltung technischer Qualitätsstandards. Technische Kenntnisse wurden innerhalb der Zunft durch die praktische Arbeit am Bau vom Meister auf die Lehrlinge übertragen. Eine schriftliche Fixierung des bautechnischen Wissens fand aber praktisch nicht statt.



Der Stil des Spätmittelalters ist die Gotik. Im 12. Jahrhundert in Frankreich entstanden, eroberte der gotische Stil ganz Europa, von Sizilien bis nach Schweden, von England bis zum Baltikum. Merkmale der gotischen Baukunst sind Rippengewölbe, Spitzbögen und aussenliegende Strebepfeiler.

Gotische Bauten bestehen optisch aus Werkstein-Gliedern und strukturell untergeordneten Füllflächen. Diese Füllflächen können zum Beispiel für Glasgemälde genutzt werden. Wegen des hohen Anteils an Werkstein wird die gotische Baukunst als Steinmetz-Baukunst bezeichnet. Selbst in gotischen Backsteinbauten wurden die Glieder des Systems oft in steinmetzmässigem Werkstein ausgeführt. Das Maurerhandwerk war demgegenüber in der gotischen Baukunst weniger bestimmend.

Stützgerüst eines Gewölbebogens

Die riesigen Fenster der gotischen Kathedralen werden durch Masswerk (dünne Steinstäbe und Zirkelwerk aus Stein) gegliedert und stabilisiert. Schon allein die geometrischen Formen des Fenstermasswerks legen die Vermutung nahe, dass ein gotischer Steinmetz nicht ohne gewisse geometrische Kenntnisse auskommen konnte. Erst gegen Ende des 15. Jahrhunderts tauchen Theoriebücher zur Baugometrie auf, darunter das älteste gedruckte deutschsprachige Geometriebuch, *Geometria*, verfasst vom Steinmetz und Baumeister Matthäus Roriczer. Darin sind einige grundlegende geometrische Konstruktionsvorschriften zusammengefasst. Dabei liegt der Akzent nicht auf der Mathematik; es werden keinerlei Definitionen, Begründungen oder Beweise angegeben, sondern vielmehr Handlungsanweisungen. Der Steinmetz benötigte auch nicht mehr, um seine Arbeit ausführen zu können.

Ab der Mitte des 13. Jahrhunderts waren Werkmeister oft auf mehreren, zum Teil weit voneinander entfernten Baustellen gleichzeitig tätig. Dies konnten sie nur, weil den Bauten vermasste oder sogar massstäbliche Baupläne zugrunde lagen, die sogenannten «Risse», häufig allerdings ohne Masszahlen, Massketten oder anwendbaren Massstab auf dem Plan.

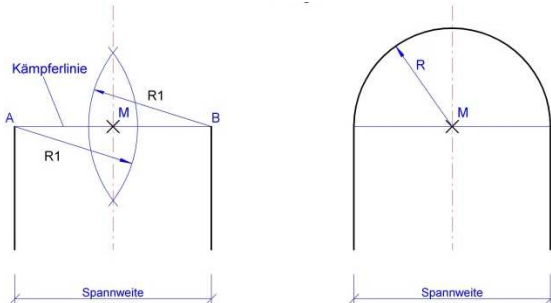
Sechs Bauepochen

Werkstatt



9/14

Rundbogen



Der Rundbogen, ein wesentliches Element der Bauweise im Mittelalter, ist ein geometrisch sehr einfacher Bogen. Der Bogenmittelpunkt liegt auf der Kämpferlinie, genau zwischen den Kämpferpunkten. Der Radius ist gleich die Stichhöhe und beträgt die halbe Spannweite.

Durch seine kleinen Radien und seine grosse Krümmung ergeben sich immer wieder Probleme bei den grossen Fugendicken am Bogenrücken. Früher verwendete man deshalb häufig Keilsteine. Heute werden Keilsteine aufgrund der geringen Nachfrage kaum mehr erzeugt. Die mögliche Alternative: einen stark gekrümmten Rundbogen mittels Rollscharen in einzelne übereinanderliegende Bögen zu zerlegen.

Aufgabe: Suche die Begriffe im Buchstabenchaos!

Fachbegriffe und deren Zuordnung bei Mauerwerksbögen

BOGENRADIUS	KÄMPFERLINIE	STICHHÖHE
BOGENMITTELPUNKT	KÄMPFERPUNKTE	BOGENRÜCKEN
SPANNWEITE	BOGENDICKE	SCHLUSSTEIN
WIDERLAGER	BOGENTIEFE	ÖFFNUNGSWINKEL
SCHEITELPUNKT	BOGENLEIBUNG	

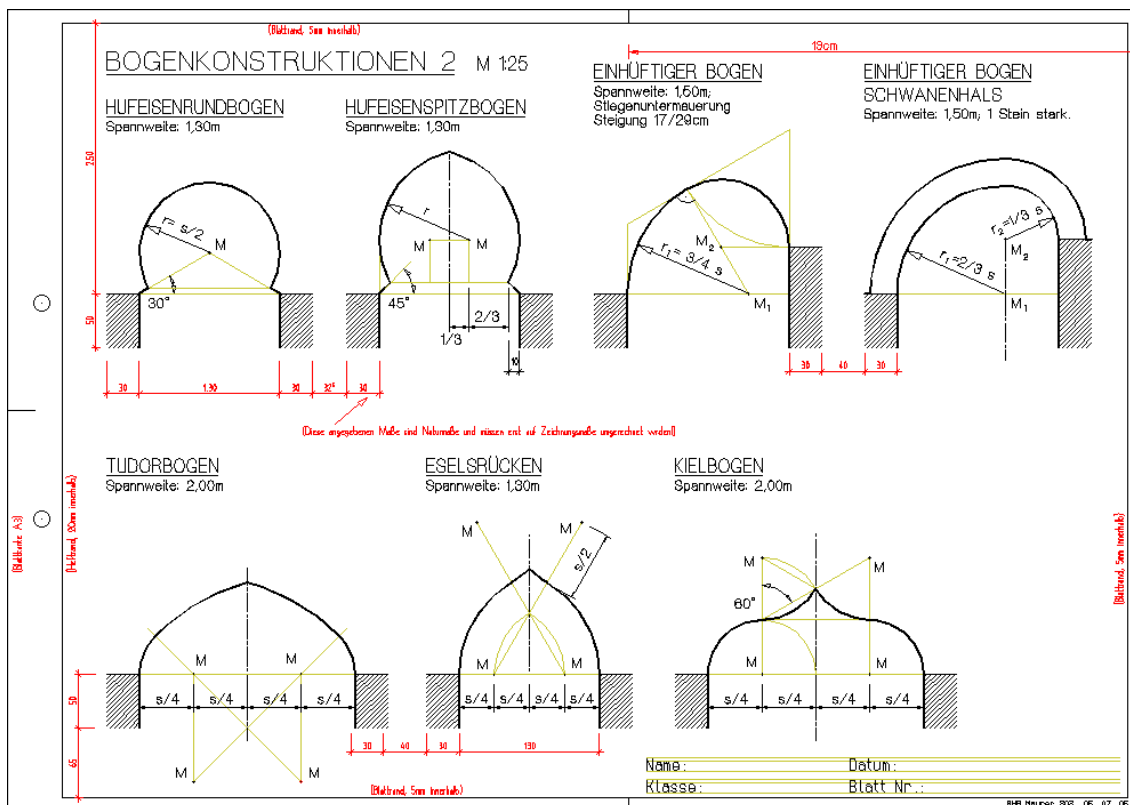
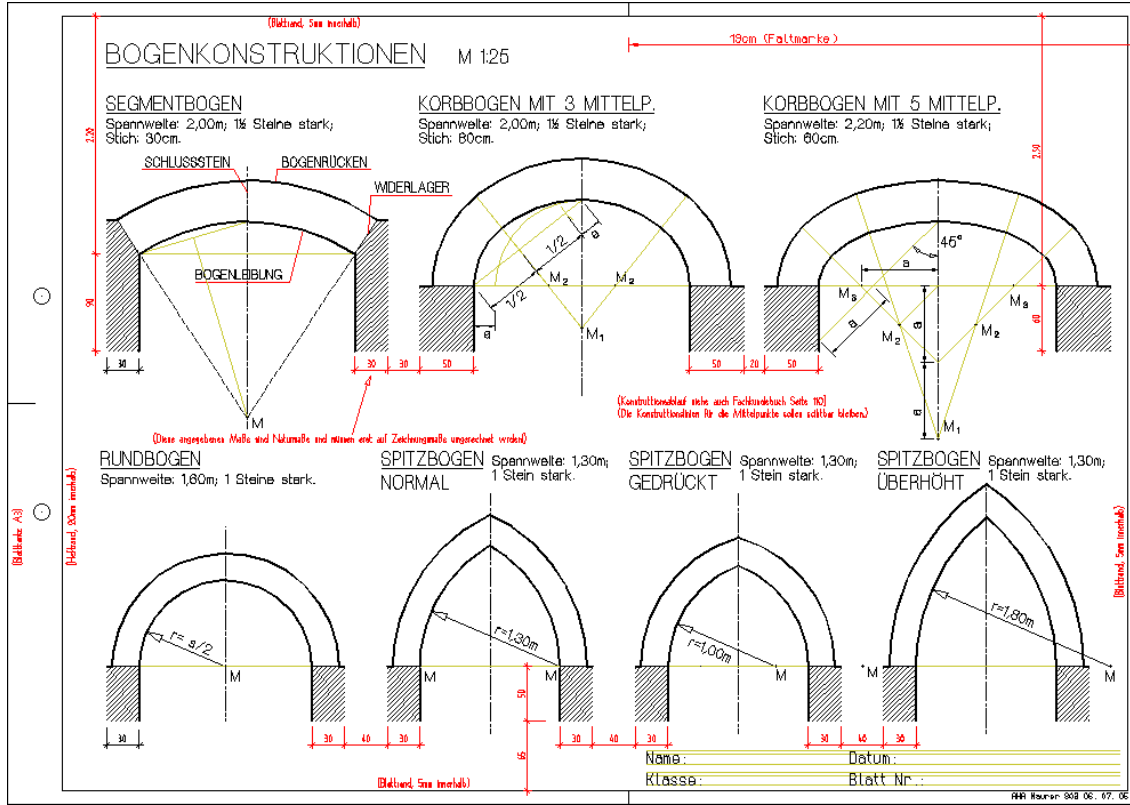
R	Z	E	P	G	D	Q	B	N	Ö	S	P	A	N	N	W	E	I	T	E
J	H	A	B	I	K	Ä	M	P	F	E	R	P	U	N	K	T	E	A	Z
W	D	T	O	B	W	I	K	Ö	F	O	M	Ü	S	P	F	M	T	W	Ü
E	B	K	G	X	E	M	C	H	N	S	T	I	C	H	H	Ö	H	E	B
B	O	G	E	N	R	A	D	I	U	S	R	C	H	S	I	K	R	Y	O
P	G	O	N	Ü	E	S	I	E	N	O	E	L	E	V	N	E	G	E	G
F	E	A	L	E	F	L	B	O	G	E	N	T	I	E	F	E	I	N	E
N	N	E	E	Ä	A	Y	J	P	S	R	E	W	T	J	M	V	S	T	N
I	D	N	I	K	H	T	L	E	W	I	E	D	E	R	L	A	G	E	R
G	I	D	B	O	G	E	N	M	I	T	T	E	L	P	U	N	K	T	Ü
T	C	O	U	R	A	S	E	Q	N	A	F	T	P	X	B	E	Ö	A	C
Z	K	C	N	H	A	V	G	D	K	D	Ä	E	U	E	E	A	H	E	K
O	E	Ö	G	K	Ä	M	P	F	E	R	L	I	N	I	E	E	R	O	E
W	L	S	T	I	Z	L	P	O	L	N	A	M	K	J	H	I	T	X	N
H	A	I	B	K	S	C	H	L	U	S	S	S	T	E	I	N	G	R	Q

Sechs Bauepochen

Werkstatt



Bogenformen (Fachbegriffe)



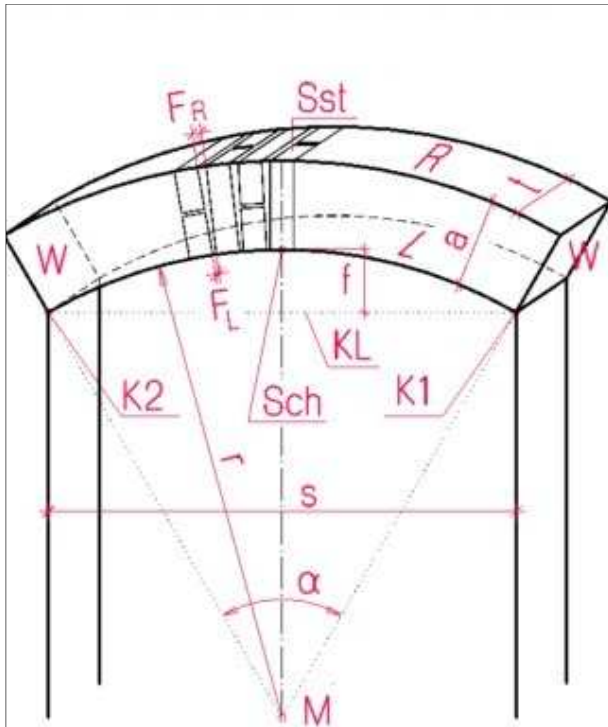
Sechs Bauepochen

Werkstatt



11/14

Aufgabe: Setze die Fachbegriffe ein!

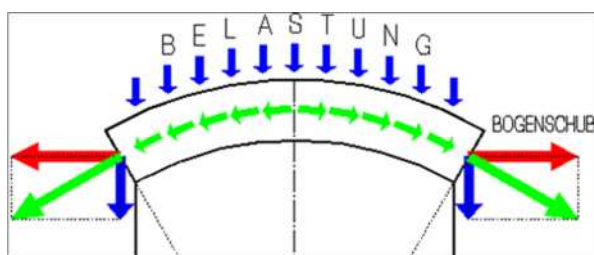


Ergänze die Abkürzungen mit Fachbegriffen!

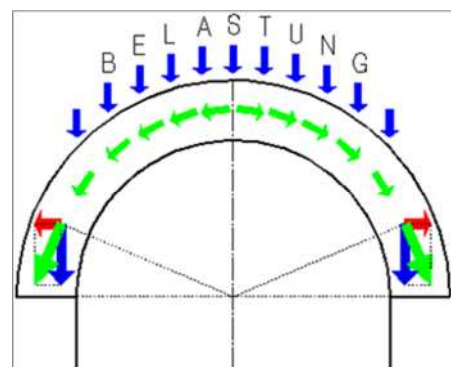
Sst	
R	
L	
f	
t	
a	
Sch	
K ₁ , K ₂	
KL	
W	
F _R	Fugendicke Bogenrücken
F _L	
s	
M	
r	
α	

Druckkräfte am Bogen

Wird ein Mauerwerksbogen gleichmässig belastet, so wirken im Bogen nur Druckkräfte. Es bildet sich ein Druckbogen aus, wobei die Kräfte im rechten Winkel zum Bogenradius wirken. Am Widerlager sieht man die grün dargestellte Resultierende. Diese Resultierende kann in den waagrechten Bogenschub (rot) und die lotrechte Auflagerkraft (blau) zerlegt werden. Je flacher ein Bogen ist, je niedriger die Stichhöhe ist, umso grösser wird der Bogenschub. Beim Segmentbogen ist der Bogenschub sehr gross.



Segmentbogen



Korbbogen

Sechs Bauepochen

Werkstatt



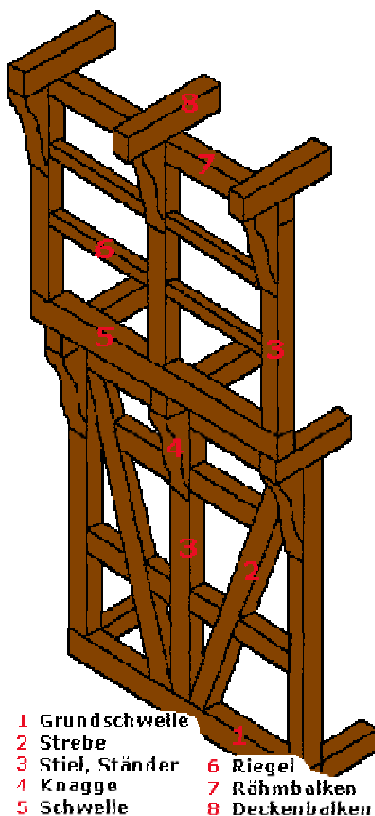
12/14

Posten 5: Fachwerkbau im Spätmittelalter

Baue eine einfache Fachwerkmauer mit Holzstäben und Gips!

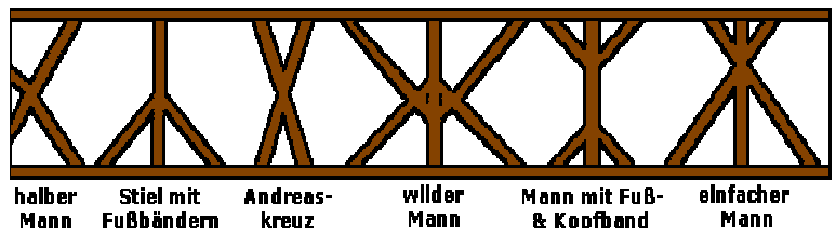
Unter Fachwerk versteht man eine Bauweise, bei der zuerst ein Holzbalken-Gerüst errichtet wird, dessen Zwischenräume (Gefache) durch Flechtwerk und Lehm, Bohlen oder Ziegel ausgefüllt werden. Fachwerk lässt sich bis ins frühe Mittelalter zurückverfolgen.

Zum Bau der Häuser verwendete man das für neue Siedlungen oder für Ackerland gerodete Holz. Zunächst in Vollholzbauweise (Blockbau). Nachdem die umliegenden Ressourcen an dicken Holzstämmen knapp wurden, erfand man eine Art Holzskelett, dessen Löcher (Gefache) mit anderen Baumaterialien gefüllt wurden.



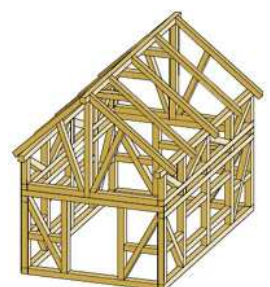
Das Hauptelement des Fachwerkes bildet der sogenannte Ständer (deshalb wird der Fachwerkbau auch als «Ständerbau» bezeichnet). Früher wurde er tief in die Erde gerammt. Heute wird er auf einer Schwelle aufgesetzt, die auf einem Fundament ruht. Man umgeht damit eines der grössten damaligen Probleme: die schnell einsetzende Fäulnis.

In der Epoche der Gotik waren die Fachwerkhäuser schmucklos und dienten lediglich Wohnzwecken. In der Renaissance hingegen entstanden wahre Prachtbauten, die sich gegenseitig an Baukunst übertrafen. Das eigene Heim wurde somit zum Aushängeschild des eigenen Wohlstandes. Neben dem einfachen «Mann» und dem «Andreaskreuz» entstanden unglaubliche Kombinationen der verschiedensten hölzernen Bauelemente, wie beispielsweise der «Wilde Mann» oder der «Stiel mit Fussbändern».



Experiment

Versucht es! Mit Zündhölzern oder mit kleinen Holzstäben. Baut gruppenweise mindestens eine Fachwerkmauer. Zum Verbinden der Holzteile ist alles erlaubt. Wenn ihr Zeit habt, verfüllt ihr eine oder mehrere Mauern mit Gips.



Sechs Bauepochen

Werkstatt



Posten 6: Moderner Hausbau

Aufgabe: Beschreibe die Unterschiede der vier Häuser!



1



2



3



4

- 1.) _____
- 2.) _____
- 3.) _____
- 4.) _____

Sechs Bauepochen

Werkstatt



14/14

Erstelle einen einfachen Plan einer Etage deines Traumhauses (es muss kein Palast sein)! Ein Beispiel siehst du unten. Du kannst auch eine Ansicht probieren.

Beispiele (das ist nicht das gleiche Haus)

