

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Bogenarchitektur: Verstehen, Zeichnen, Bauen

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



I.AR.9/II.AR.7

Architektur

Bogenarchitektur – Verstehen, Zeichnen, Bauen

Susanne Rezac

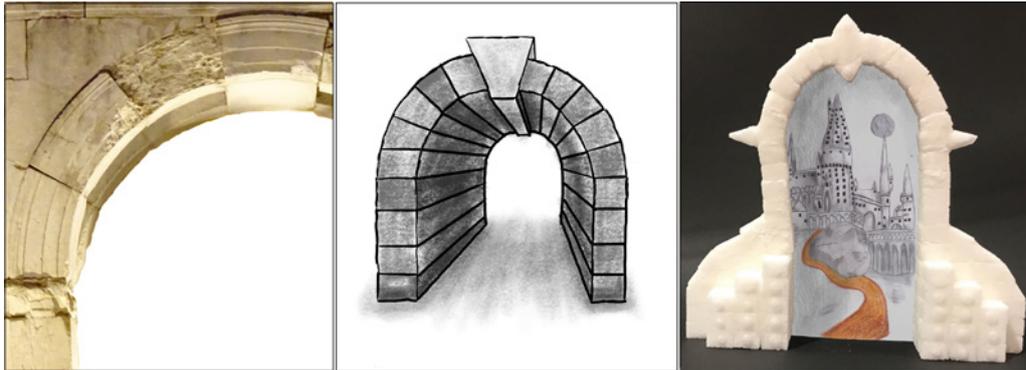


Foto u. Zeichnung: S. Rezac; Modell: A. Schneider

Warum steht ein Torbogen? Warum sieht ein Kirchengewölbe so aus, wie es aussieht? Und warum halten manche Häuser über Jahrtausende, während andere schon nach Kurzem unter der Last von Schnee zusammenfallen?

Die Statik ist ein Fachgebiet der Architektur, das in der Architekturgeschichte oft vernachlässigt wird. Und das, obwohl Entwicklungen im statischen Bereich meist auch essenziell für die Entwicklung charakteristischer Formen einer Epoche sind. Diese grundlegenden Zusammenhänge zeigt die vorliegende Unterrichtseinheit anhand der wichtigsten Bogenformen auf.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufen:	7 bis 13
Dauer:	14 bis 17 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	Bautechnische Verfahren kennen und anwenden; grafische Verfahren kennen und anwenden; Fachwissen erwerben und anwenden
Medienkompetenzen:	Analysieren und Reflektieren, Problemlösen und Handeln
Thematische Bereiche:	Architektur, Statik, Werkanalyse, Betrachtung des Zusammenwirkens von Form, Funktion und Konstruktion, perspektivisches Zeichnen, Modellbau
Medien:	Bilder, Texte, Arbeitsblätter, Anleitungen, Gestaltungsaufgaben, Klausurvorschlag
Zusatzmaterialien:	Videos

Fachliche Hinweise

Bis heute sind die meisten Häuser ganz klassisch mit zwei tragenden Stützen und einer darüberge-spannten Überdachung gebaut. Jedoch wurden zu diesem Prinzip bereits in der Frühzeit statische Alternativen entwickelt, sei es bedingt durch lokale Materialverfügbarkeiten oder durch Anforderungen an die Bauten. Die bauhistorische Entwicklung zeigt viele unterschiedliche Lösungs- und Gestaltungsansätze, und ganz verschiedene statische Konzepte wurden parallel angewendet und weiterentwickelt. Es gab Bauten, deren Statikprinzipien visionär in die Zukunft wiesen, aber auch immer wieder Rückschläge bei der Entwicklung neuer Baukonzepte.

Viele Gebäude stehen heute nicht mehr, sodass man zum Teil nur fragmentarisch rekonstruieren kann, wie sie konzipiert waren. Insgesamt lässt sich jedoch – auch im Sinne einer stringenten didaktischen Reduktion – eine Art Entwicklungslinie ausmachen, die beeinflusst von Zeitfaktoren und kulturhistorischen Umständen immer komplexere statische Konstruktionen möglich machte. Dabei darf jedoch keineswegs davon ausgegangen werden, dass irgendeine Bauform bei der Entwicklung von neuen Lösungen völlig verschwand oder dass neue Lösungen nicht schon zuvor oder anderenorts bereits erprobt wurden.

Massiv- und Skelettbauweise – Die beiden Grundprinzipien der Statik

Statik ist die Lehre von den Kräften, die ein Bauwerk stützen und seine Stabilität betreffen. Sie beschäftigt sich mit dem Eigengewicht der Baumaterialien sowie äußeren Einwirkungen, etwa Druck durch Seitenwinde, Gewicht von Schnee oder Regen auf Dächern oder Gewichtsbelastungen durch Benutzung, d. h. durch Möbel oder auch Menschen.

Grundsätzlich unterscheidet man dabei zwei Prinzipien: die Massivbauweise und die Skelettbauweise. Die Massivbauweise hat ihren Namen von tragenden und entsprechend massiven Wänden, die Materialien erfordern, die stark bzw. dick genug sind, das eigene Gewicht und das Dach zu tragen. Beispiele hierfür sind Bauten nach dem klassischen Trilithprinzip, das Kraggewölbe und das Tonnengewölbe.

Die Skelettbauweise ist nach ihrem tragenden „Skelett“ benannt, einem System aus schmalen Stützen wie Säulen oder Pfeilern. Dazwischen entstehen Wandflächen, die mit nicht tragfähigem Material wie Stroh oder Glas gefüllt werden können, z. B. bei Kreuzgewölben oder Fachwerkbauten.

1. Trilith und Flachdecke

Zu den ersten Grundprinzipien des (Massiv-)Bauens gehörte das des sogenannten Triliths. Zwei Tragsteine und ein Deckstein ergeben dabei eine Art Tor. Dieses Prinzip ist bis heute das gängigste Bauprinzip, da es für die Überspannung von kürzeren Strecken eine sehr einfache Lösung bietet. Die Spannweite des Daches ist jedoch durch das Material beschränkt: Da einer Steinplatte die Elastizität fehlt, können mit einem Deckstein nur sehr kurze Distanzen überbrückt werden, weil die Schwerkraft sonst in der stützenfreien Mitte den Stein brechen lässt (siehe z. B. Stonehenge). Mit Holz können größere Distanzen überspannt werden, was in frühchristlichen und frühmittelalterlichen Kirchen oft Anwendung fand, jedoch setzt hier die maximale Länge von Baumstämmen eine durch den Wuchs bestimmte natürliche Beschränkung. Auch die Brandgefahr bei Holzdecken führt dabei zu Nachteilen. Heute bestehen die verwendeten Balken oft aus Stahl, der einerseits Brandsicherheit, aber andererseits auch relativ große Elastizität bietet, was die Spannweite beim Trilithprinzip in modernen Bauten stark erweitert hat.

2. Kragbogen (unechter Bogen) und Kraggewölbe (falsches Gewölbe)

Die stabile und weniger brandanfällige Überspannung größerer Flächen ist mit dem Kragbogen (auch unechter Bogen) möglich. Hier werden keine großen Tragbalken oder Tragsteine benötigt, denn die Konstruktion basiert auf einer Verjüngung des überspannten Raumes nach oben. Dabei ist

es jedoch nötig, dass die überstehenden Steine im „Bogen“ gegen die innen nach unten ziehende Schwerkraft auf der Außenseite durch das Gewicht weiterer Steine stabilisiert werden. Ohne diese Gegengewichte würden sie in den Innenraum stürzen. Je höher und weiter der Bogen werden soll, desto mehr Gegengewicht wird also auf den Außenseiten benötigt, was das Gebäude sehr massiv macht und viel Material und Platz beansprucht.

Wird der Bogen als Decke eines ganzen Raumes, als Kraggewölbe, genutzt, ergibt sich entweder eine Art Dreieck oder ein Tunnel, dessen innerer Eindruck mit dem eines Tonnengewölbes vergleichbar ist. Es gibt jedoch schon aus frühester Zeit auch Beispiele sogenannter unechter Kuppeln, die sich durch die Anwendung des Prinzips auf einem runden Grundriss ergeben.

3. Echter Bogen und Tonnengewölbe

Die Platz- und Materialprobleme eines Kragbogens zu umgehen, macht erst ein echter Bogen möglich. Er basiert darauf, dass für das Mauerwerk nicht nur quaderförmige Steine, sondern im Bogen auch trapezförmige Steine eingesetzt werden, sogenannte Keilsteine. Sie werden auf normales Mauerwerk so aufgesetzt, dass sie einen sauberen Halbkreis bilden. Der Übergang des Mauerwerks zum Bogen, der sogenannte Kämpfer, ist dabei noch waagrecht, die Fugen der Keilsteine stellen sich jedoch immer weiter in die Senkrechte auf. Häufig findet man in echten Bögen einen vergrößerten Schlussstein in der Mitte des Bogens, der die Trapezform und auch das Statikprinzip besonders deutlich erkennen lässt. Der Stein, der eigentlich von der Schwerkraft nach unten gezogen wird, kann nicht fallen, da er oben dicker als unten ist und sich so in den anderen Steinen verkeilt. Der echte Bogen fordert damit die Fähigkeit zur präzisen Berechnung und Anfertigung von Kreissegmenten, da bei Ungenauigkeiten in der Form der Keilsteine die Tragfähigkeit des Bogens sehr stark in Mitleidenschaft gezogen wird.

Das Prinzip des echten Bogens wurde besonders häufig von römischen Bauherren angewendet und perfektioniert. Nach den Bauten, die nach dem Trilithprinzip überspannt wurden, findet sich der echte Bogen dann auch wieder verstärkt in Kirchenbauten der Romanik. Besonders in der frühen Romanik wurden Kirchen- oder Prunkbauten oft mit hintereinandergesetzten echten Bögen überspannt, die ein sogenanntes Tonnengewölbe ergeben.

4. Kreuzgewölbe (Kreuzgratgewölbe, Kreuzrippengewölbe)

In den Kirchen, die mit Tonnengewölben versehen waren, ergab sich in der Vierung, der Kreuzung von Quer- und Langhaus, eine neue Gewölbeform. Die Kreuzung zweier lotrecht zueinander stehender Tonnengewölbe erwies sich nicht nur als besonders stabil, sondern ermöglichte vor allem, dass die Kräfte, die auf dem Mauerwerk lasten, über wenige Kräftelinien – die sogenannten Grate – abgeleitet wurden. Sie verlaufen genau an den Schnittkanten der beiden gekreuzten Tonnengewölbe und werden über Stützen, z. B. Säulen oder Pfeiler, zum Boden abgeleitet. So ergeben sich große Freiflächen zwischen den Stützen.

Dieses Prinzip – der Form nach Kreuzgewölbe genannt – wurde schon in der Romanik (vgl. die dadurch entstehenden Joche als Gliederungsprinzip des gesamten Baus) zunächst in den Quer- und Langhäusern der Kirchen, aber auch in repräsentativen weltlichen Gebäuden angewendet. Dabei wurden mehrere solcher Kreuzgewölbe-Quadrate hintereinandergesetzt, die längliche Räume ergaben. Hier tragen nicht etwa, wie bei einem Tonnengewölbe, die Wände die Last der Decke, sondern nur die einzelnen Stützen (Skelettbau). Ab der Gotik wurden die durch die Skelettbauweise zusätzlich entstehenden Möglichkeiten der Wandgestaltung auch intensiv genutzt: Die Flächen dazwischen können mit weniger tragfähigen Materialien wie Glas oder dünneren Steinwänden gefüllt werden. Das einfachere Kreuzgratgewölbe wurde im Laufe der Zeit mit Verdickungen – sogenannten Rippen – an den Graten versehen, die für noch höhere Stabilität sorgen. Solche Kreuzrippengewölbe waren z. B. auch bei hoher Schneelast auf dem Dach sehr stabil. In der Folge und darauf

aufbauend entstanden kompliziertere Grundformen, wie Stern-, Netz-, Zellen- oder Fächergewölbe, die jedoch alle auf dem Prinzip der Kräfteableitung über meist als Rippen verstärkte Grate basieren.

Didaktisch-methodische Hinweise

Zu den Intentionen der Unterrichtseinheit

Die Lernenden erarbeiten und begreifen in dieser Einheit die Funktionsweise unterschiedlicher Statikprinzipien und wie deren Entwicklung verschiedene Baustile ermöglichte. So wird auch der Zusammenhang zwischen Stilepochen und technischer Entwicklung verständlich.

Ein ähnlicher Aufbau der Stunden zu den jeweiligen Statikprinzipien soll Ähnlichkeiten und Unterschiede erkennbar machen und die logische Entwicklung verdeutlichen.

Im Wechsel zwischen Theorie und Praxis werden anhand der Beispiele zu den Statikprinzipien die Möglichkeiten verschiedener perspektivischer Zeichenarten für die Architekturdarstellung erprobt. Schließlich werden die erarbeiteten Prinzipien auch beim modellhaften Bau von Bögen erfahrbar.

Zum Aufbau der Unterrichtseinheit und den curricularen Vorgaben

Die ersten acht Unterrichtsstunden zur **Erarbeitung der Statikprinzipien** laufen ähnlich ab: Es wird jeweils ein Statikprinzip in einem kurzen Film vorgestellt und die Erkenntnisse aus dem jeweiligen Film werden anhand eines Arbeitsblattes fixiert und vertieft (vgl. **M 1**, **M 3**, **M 5** und **M 9**). Dieser Teil der Unterrichtseinheit ist ab der letzten Klasse der Unterstufe zu bewältigen. Die Inhalte von **M 9** (Skelettbauweise) erfordern jedoch eine individuelle Reflexion der Leistungsfähigkeit der Lerngruppe.

An jede dieser informationsintensiven Stunden schließt sich die Möglichkeit zur Vertiefung durch **Zeichnungen zum jeweiligen Statikprinzip** an. Dabei wird die Lehrkraft durch Tutorials und die dazugehörigen Arbeitsblätter entlastet (vgl. **M 2**, **M 4**, **M 6** und ggf. **M 10**). Das Material kann, je nach Klassenstufe und Lerngruppe, differenziert eingesetzt werden. **M 2** und **M 4** mit den Informationen zur Parallelperspektive eignen sich durchweg zum Einsatz in der Unterstufe, **M 6** bei lernstärkeren Unterstufenklassen, spätestens aber ab der Mittelstufe, wo die Lerninhalte zur Zentralperspektive auch curricular in den meisten Bundesländern verortet sind. **M 10** umfasst Lerninhalte, die in den meisten Bundesländern in der oberen Mittelstufe oder Oberstufe behandelt werden.

Nach der sechsten Unterrichtsstunde ergibt sich die Möglichkeit zur Vertiefung der Zentralperspektive über ein weiteres Arbeitsblatt, das Zeichnungen bei unterschiedlichen Horisontthöhen anleitet (vgl. **M 7**).

Das komplexe Statikprinzip des Kreuzgewölbes wird anhand einer kleinen praktischen Übung eingeführt, die ebenfalls mit zwei kurzen Tutorials und einem Arbeitsblatt begleitet wird (vgl. **M 8**).

An die Erarbeitung der theoretischen Inhalte schließen sich, je nach Klassenstufe, vier bis acht **gestaltungspraktische Stunden** an, in denen **Bögen zeichnerisch entworfen und gebaut** werden. Für die praktische Arbeit stehen genaue Anleitungen zur Verfügung, sodass der Bau der Bögen ab der letzten Klasse der Unterstufe erfolgen kann (vgl. **M 11** und **M 12**).

Den Abschluss der Unterrichtseinheit bildet als Differenzierungsmöglichkeit für die Oberstufe der **Klausurvorschlag M 13**, der mit einer Werkanalyse des Pantheons in Rom und dem zeichnerischen Entwurf eines Gotteshauses in Theorie und Praxis an das Vorangegangene anknüpft.

Als Zusatzmaterial bietet **M 14** ein **Glossar** mit Architekturbegriffen, das die Lehrkraft selbst nutzen oder bei Bedarf den Schülerinnen und Schülern zur Verfügung stellen kann.

Zu den Voraussetzungen

Für die Unterrichtseinheit werden weder architektonische noch kunsthistorische Vorkenntnisse vorausgesetzt. Für die ersten acht Unterrichtsstunden sind ein Raum mit Projektionsmöglichkeit, Audioabspielmöglichkeiten und Internetzugang oder Endgeräte für die Lernenden notwendig, damit pro Stunde jeweils zwei Filme angesehen werden können.

Es ist davon auszugehen, dass die praktische Arbeit beim Bogenbau Schmutz verursacht, sodass die Nutzung eines Werkraums o.Ä. zu empfehlen ist. Ersatzweise sollten Besen und Schaufeln sowie Zeit zum Säubern des Raums vorhanden sein. Außerdem ist ein Waschbecken zum Auswaschen der Arbeitsgeräte notwendig.

Die praktische Arbeit erfordert den Einsatz von Messern, entsprechend wird die Fähigkeit zum konzentrierten und umsichtigen Umgang mit dem Werkzeug vorausgesetzt.

Mediathek

Literatur

- **Hahne, Robert (Hg.):** Kammerlohr. Epochen der Kunst. Band 1: Von den Ursprüngen bis zur Gotik. Oldenbourg Schulbuchverlag, München 2016. Seiten 187–188; 306–307; 344–354; 348–353.
Knapp, aber präzise werden die wichtigsten Aspekte des Pantheons, der romanischen und gotischen Kirchen und Gewölbeformen dargestellt und kunsthistorisch eingeordnet.
- **Rarramón, José M. und Calbó, Muntsa:** Das große Buch vom Zeichnen und Malen in der Perspektive. Historische Entwicklung, orthographische Projektion, Theorie und Praxis der Parallel-, Schräg- und Luftperspektive sowie praktische Anwendung der Perspektive beim Zeichnen und Malen. Edition Michael Fischer, Iglting 2006.
Alle gängigen perspektivischen Zeichenverfahren werden hier gut nachvollziehbar erläutert.
- **Partsch, Susanna und Rezac, Susanne:** Grundwissen Kunst. Sekundarstufe II. Cornelsen Verlag, Berlin 2016. Seiten 25–40.
Basierend auf statischen und kulturhistorischen Entwicklungen wird hier Architektur in ihren Grundlagen dargestellt. Ebenfalls betrachtet werden die Entwicklungen in Materialverwendung und Statik. Außerdem gibt es ein Glossar der architektonischen Fachbegriffe.

Auf einen Blick

Legende

AB: Arbeitsblatt – AF: Aufgabenstellung – AL: Anleitung – BD: bildliche Darstellung – GD: grafische Darstellung – TX: Text – VL: Vorlage

1./2. Stunde

Thema:	Bogenarchitektur und Statikprinzipien 1: Der Trilith
M 1 (AB)	Was ist ein Trilith? / Erarbeitung grundlegender Informationen anhand eines Films (<i>ab Klasse 7</i>)
M 2 (AB/AF)	Wie zeichne ich einen Trilith? / Parallelperspektivische Zeichnung eines Triliths (<i>ab Klasse 7</i>)
Benötigt:	<input type="checkbox"/> M 1 im Klassensatz <input type="checkbox"/> M 2 im Klassensatz <input type="checkbox"/> kariertes Papier (DIN-A5- und DIN-A4-Format) <input type="checkbox"/> Bleistifte <input type="checkbox"/> Radiergummis <input type="checkbox"/> Lineale <input type="checkbox"/> Endgeräte mit Internetzugang

3./4. Stunde

Thema:	Bogenarchitektur und Statikprinzipien 2: Der unechte Bogen oder das Kraggewölbe
M 3 (AB)	Was ist ein unechter Bogen? / Erarbeitung grundlegender Informationen anhand eines Films (<i>ab Klasse 7</i>)
M 4 (AB/AF)	Wie zeichne ich einen unechten Bogen? / Parallelperspektivische Zeichnung eines unechten Bogens (<i>ab Klasse 7</i>)
Benötigt:	<input type="checkbox"/> M 3 im Klassensatz <input type="checkbox"/> M 4 im Klassensatz <input type="checkbox"/> kariertes Papier (DIN-A5- und DIN-A4-Format) <input type="checkbox"/> Bleistifte <input type="checkbox"/> Radiergummis <input type="checkbox"/> Lineale <input type="checkbox"/> Endgeräte mit Internetzugang

5./6. Stunde

- Thema:** Bogenarchitektur und Statikprinzipien 3: Der echte Bogen oder das Tonnengewölbe
- M 5 (AB)** **Was ist ein echter Bogen?** / Erarbeitung grundlegender Informationen anhand eines Films (*ab Klasse 7*)
- M 6 (AB/AF)** **Wie zeichne ich einen echten Bogen in Zentralperspektive?** / Zentralperspektivische Zeichnung eines echten Bogens (*ab Klasse 8/9*)
- M 7 (AB/AF)** **Wie sehen Bögen in unterschiedlicher Perspektive aus?** / Unterscheidung von Vogel-, Frosch- und Normalperspektive; Zeichenübungen zu Frosch- und Vogelperspektive (*Differenzierung, ab Klasse 8/9*)
- Benötigt:**
- M 5 im Klassensatz
 - M 6 im Klassensatz
 - ggf. M 7 im Klassensatz
 - Zeichenpapier (DIN-A4-Format)
 - Bleistifte
 - Radiergummis
 - Lineale
 - Endgeräte mit Internetzugang

7./8. Stunde

- Thema:** Bogenarchitektur und Statikprinzipien 4: Das Kreuzgewölbe
- M 8 (AB)** **Wie entsteht ein Kreuzgewölbe?** / Einfacher Bau eines Kreuzgewölbes aus Pappe und Erarbeitung grundlegender Informationen anhand zweier Filme (*ab Klasse 7*)
- M 9 (AB)** **Was ist ein Kreuzgewölbe?** / Erarbeitung grundlegender Informationen anhand eines Films (*ab Klasse 7/8*)
- M 10 (AF)** **Wie zeichne ich ein Kreuzgewölbe?** / Zeichnung eines Kreuzgewölbes mit zwei Fluchtpunkten (*Differenzierung, ab Klasse 10*)
- Benötigt:**
- M 8 im Klassensatz
 - M 9 im Klassensatz
 - 2–3 Papprollen (z. B. leere Toilettenpapierrollen) je Schüler/-in
 - Scheren
 - ggf. M 10 im Klassensatz
 - ggf. Zeichenpapier (DIN-A4-Format)
 - ggf. Bleistifte
 - ggf. Radiergummis
 - ggf. Lineale
 - Endgeräte mit Internetzugang

9. Stunde

Thema: Entwurf für den Bau eines Bogens

M 11 (AB/AF) **Welchen Bogen willst du bauen? /** Anleitung zur Aufrisszeichnung (*ab Klasse 7*)

Benötigt:

- M 11 im Klassensatz
- 1 Würfelzucker pro Schüler/-in
- Zeichenpapier (DIN-A4-Format)
- Bleistifte
- Radiergummis

10.–14. Stunde

Thema: Bau eines Bogens

M 12 (AB/AF) **Baue deinen Bogen! /** Bau eines Bogenmodells aus Würfelzucker (*ab Klasse 7*)

Benötigt:

- M 12 im Klassensatz
- ½ Päckchen Würfelzucker (ca. 250 g) pro Schüler/-in
- ca. 120 g Puderzucker pro Schüler/-in
- 1 großer Löffel und ggf. 1 Schneebesen
- 1 verschließbares Gefäß (mind. 500 ml Fassungsvermögen)
- Unterlagen aus fester Pappe im Klassensatz (mind. DIN-A4-Format)
- 1 Rolle Alufolie
- Kreppklebeband
- Bleistifte
- kleine glatt schneidende Messer im Klassensatz
- Teelöffel im Klassensatz
- kleine Schüsseln oder Becher im Klassensatz

15.–17. Stunde

Thema: Klausur

M 13 (AF/BD) **Klausur: Räume der Götter – Bauanalyse des Pantheons in Rom und Entwurf eines Gotteshauses /** Theoretische Aufgabe (Werkanalyse) sowie praktische Aufgabe (Zeichnung eines Gotteshauses) (*ab Klasse 11*)

Benötigt:

- M 13 im Klassensatz
- Zeichenpapier im dreifachen Klassensatz (DIN-A4-Format)
- Bleistifte
- Radiergummis

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Bogenarchitektur: Verstehen, Zeichnen, Bauen

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

