

Liebe Kollegin, lieber Kollege,

Sie haben sich für ein Projekt im Naumburger Dom entschieden, das Ihren Schülerinnen und Schülern einen Schwerpunkt mittelalterlicher Baupraxis auf eindringliche Weise nahe bringt.

Um vor Ort intensiv erkunden und arbeiten zu können, konzentrieren wir uns auf spezifische projektorientierte Details des Naumburger Domes. Dort soll möglichst viel selbst erkundet werden. Die Zeit für grundsätzliche Erläuterungen, die auch ortsunabhängig erfolgen können, möchten wir dafür gerne einsparen. Wir freuen uns deshalb, dass Sie diese Exkursion vor- und/oder nachbereiten möchten.

Das Vorbereitungsmaterial zu dem von Ihnen gewählten Angebot ist Bogen- und Gewölbeformen und ihrer Erforschung gewidmet.

Im Aktionsteil des Projektes werden die Schülerinnen und Schüler Bögen aus Gasbetonsteinen und Lehm zu bauen versuchen. Nach dem Prinzip von Versuch und Irrtum untersuchen sie zunächst anhand eines Skelettbaus die Schwachstellen der Bogenkonstruktionen, erkunden dann im Dom, wie die Baumeister diese Probleme bewältigt haben, und werden abschließend einen stabilen Bogen aufmauern.

Hinweise zum Material:

Das Gewölbe über einem Kirchenraum symbolisiert die Pracht des Himmels. Baumeister und Maler bewiesen hier ihre Kunst, Zimmerleute stellten waghalsige Stützkonstruktionen für den Bauprozess zusammen. Das Schließen der Gewölbedecke vollendete den Bau und gehörte zu den gefährlichsten Bauabschnitten.

Seite 2 zeigt anschaulich die Gefahr. Der Unfallbericht vom Bau der Kirche von Ninove (1170) zeigt aber auch, woher unser Wissen zum Kathedralenbau zum größten Teil stammt. Die Quelle soll demzufolge auch in zwei Richtungen interpretiert werden. Die Intention des Schreibers ist der Wunderbericht. Gott hat die beiden Geistlichen offensichtlich geschützt, was als eines der Wunder dieser Kirche betrachtet und aufgezeichnet wurde. Gewissermaßen nebenbei vermittelt der Wunderbericht aber auch Einblicke in die Baupraxis. Im Mittelpunkt steht ein Bogen zwischen zwei Raumabschnitten, der auf einem Stützgerüst errichtet wurde. Diese Stützen wurden von den Geistlichen entfernt, als die Maurer den Bogen vollendet hatten. Als die Stützkonstruktion fast vollständig entfernt worden war, stützte der Bogen ein.

Die Schülerinnen und Schüler sollten nun bereits Vermutungen zusammentragen, warum es zum Einsturz gekommen sein könnte (zu frühe Ausschalung, fehlerhafte Bauausführung des Bogens, falsche Auflast). Diese Vermutungen können im Projekt vor Ort überprüft werden.

Seite 3 vermittelt die Fachbegriffe rund um Bögen in der Architektur. Dabei werden die Überlegungen zur Unfallursache durch Professor Bela Stbar weitergeführt. Diese fiktive Figur stellt einen modernen Baufachmann dar, der Kraftverläufe perfekt berechnen kann und dadurch Baufehlern vorzubeugen versucht. Ihm werden die Kinder auch im Erkundungsmaterial für den Dom begegnen. Leider ist sein Fachvokabular für Schülerinnen und Schüler kaum zu verstehen. Um Beobachtungen an Bögen zu beschreiben sind bestimmte Begriffe jedoch unerlässlich. Die Ausmalaufgabe kann sie jüngeren Schülerinnen und Schülern spielerisch erklären.

Die Aufgaben auf den **Seiten 4 und 5** festigen die Fachbegriffe und sensibilisieren gleichzeitig für die speziellen Kräfteverläufe in Bögen. Professor Stbar setzt hier zur Erklärung an, wie die Kraftzusammenhänge im Bogen beschrieben werden können. Entnommen ist dieser Ansatz der Veröffentlichung „Bemessung und Ausführung von



Mauerwerk“ des Bundesverbandes Kalksandsteinindustrie eV. Hannover 2007 (<http://www.unika-kalksandstein.de/media/statik.pdf>).

Vincent Este Dick ist der Ästhet unter den beiden Fachleuten, die den Schülerinnen und Schülern zur Seite stehen. Er beschäftigt sich experimentell und künstlerisch mit dem Baufach. Deshalb regt er an, mit einem Seil das Kettengleichnis zu erproben, das Robert Hooke im 17. Jahrhundert aufstellte. Es muss darauf geachtet werden, dass das verwendete Seil nicht zu starr ist.

Das nach jedem Schritt angeschlossene Rätsel verlangt das Umdenken von Seil in Bogen. Sollte das die Vorstellungskraft der Schüler überfordern, kann mit einem Spiegel geholfen werden.

Das Lösungswort „Katenoide“ bezeichnet eine andere Form als die vielleicht im ersten Schritt vermutete Parabel, nämlich die Funktion $\cosinus\ hyperbolicus$. Die Katenoide wird auch als Seil- oder Kettenlinie bezeichnet.

Um zur Lösung des Rätsels auf **Seite 7** zu gelangen, wiederholen die Schülerinnen und Schüler ihre Erfahrungen zu den Bogenkräften und lernen außerdem den Einfluss von Fugenverlauf und Mörtel kennen. Aufgabe 1 kann durch ein Zurückblättern auf Seite 5 (letztes Seil - Experiment) gelöst werden, Aufgabe 2 durch das Verlängern der Fugen, Aufgabe 3 durch das Holzklotzexperiment und Aufgabe 4 durch den Vergleich mit einer hängenden Halskette oder einem Faden. Bringt man die Abbildung auf dem Kopf stehend so hinter den frei hängenden Faden bzw. die Kette, dass der Scheitel mit dem Bogen bestmöglich übereinstimmt, sieht man, an welcher Stelle die fehlerhafte Konstruktion aus der Ideallinie ausbricht. Das Lösungswort heißt Bogenschub.

Mit der **Seite 8** beginnt die Beschäftigung mit dem Gewölbe. Professor Bela Stbar leitet an, den Hintergrund des Kreuzgewölbebaus durch geometrische Konstruktion zu verstehen. Unproblematisch sollte es für die Schülerinnen und Schüler sein, den Halbkreisbogen der Tonne einzuzeichnen. Sie sollten aber angehalten werden, nicht zu messen, sondern mit Hilfe des Zirkels den Mittelpunkt der Strecke zu bestimmen.

Deutlich schwerer ist der Auftrag, über einer der Diagonalen in der Tonnenkreuzung einen Bogen mit demselben Stich zu konstruieren. Ist das Stichmaß über dem Diagonalen-Schnittpunkt abgetragen, stehen jedoch drei Punkte zur Verfügung, die auf dem Kreisbogen liegen. Aus ihren Verbindungen ergeben sich 3 Sehnen bzw. ein Dreieck, dessen Umkreis einen Mittelpunkt hat, der dem Schnittpunkt der Mittelsenkrechten der drei Seiten entspricht.

Aus den Übungen zum Bogen erkennen die Schülerinnen und Schüler nun schon, dass es sich um einen Bogen mit niedrigerem Stich (Segmentbogen) handelt und die Auflager in den Ecken der Tonnenkreuzung entsprechend verstärkt werden müssen.

Bei der Nutzung der Diagonalenspannweite als Radius über den Eckpunkten entsteht ein Spitzbogen mit sehr hohem Stich. Das Bauwerk erhält eine turmartige Spitze.

Die **Seiten 10 und 11** geben Einblick in die gesamteuropäische Gewölbebaupradition. Die Karte lädt dazu ein, die dargestellten Übertragungswege der Gewölbebaukunst zu visualisieren. Die angesprochenen überregionalen Kontakte können dabei mit Hilfe des Internets oder von Nachschlagewerken detaillierter recherchiert werden.

Ein Vergleich der Abbildungen verdeutlicht die Gemeinsamkeit der Gewölbe. Sie sind mit unterschiedlichen Arten von Rippen versehen. Das Resultat ist das als typisch gotisch geltende Kreuzrippengewölbe.

Mit Bestandteilen eines Kreuzrippengewölbes beschäftigen sich die **Seiten 12 und 13**. Hier geht es neben der Vermittlung von Begriffen zur klaren Benennung von Gewölbebestandteilen darum, unterschiedliche Gewölbeformen unterscheidbar zu machen. Nachdem alle Bestandteile der Wortschlange identifiziert sind, können die Gewölbearten den Abbildungen zugeordnet werden. Ihre Nummerierung entspricht der Position des Gewölbenamens in der Wortschlange.

Die **Seiten 14 und 15** ordnen den Gewölbebau wieder in den Bauablauf ein und schließen so den Bogen zur Quelle auf Seite 2. Der Bau der Gewölbe zählt zu den faszinierendsten Abschnitten des Kathedralenbaus. Die fiktiven Notizen des Baumeisters zeigen, dass die Gewölbe erst geschlossen wurden, nachdem der Dachstuhl aufgesetzt und das Mauerwerk von oben geschützt war. Nur so konnten auch die nötigen Hilfsmittel zur Vermauerung der Kappen platziert werden.

Zur organisatorischen Vorbereitung:

Da Projekt sieht den Bau mit Gasbetonsteinen und Lehm vor. Daher sollte auf zweckmäßige Kleidung geachtet werden. Auch sollte die Kühle innerhalb der steinernen Mauern des Domes berücksichtigt werden, um den Erfolg des Projektes nicht zu beeinträchtigen.

Wir wünschen Ihnen einen erlebnisreichen Tag in der Kinderdombauhütte zu Naumburg.

Ihr Lernort-Team