

Lehreinheit Beton

Übersichtsdokument für die Lehrperson

Einführung

Beton ist ein Baustoff, der unseren Alltag prägt.

Wir leben und arbeiten in Gebäuden, nutzen Brücken, Treppen, Strassen und Tunnels aus Beton. Beton schützt uns vor Hochwasser und Steinschlag. Aus Beton werden Anlagen zur Energie- und Trinkwassergewinnung gebaut. Dem kreativen Einsatz des «flüssigen Steins» in Architektur und Kunst sind kaum Grenzen gesetzt.

Doch zugleich hat der universale Werkstoff einen grossen Makel: Die Produktion von Zement, dem Bindemittel von Beton, trägt massgeblich zum CO₂-Ausstoss der Menschheit bei und ist einer der grössten Treiber der Klimaerwärmung. Etwa 8 Prozent des weltweit ausgestossenen Kohlendioxids entsteht bei der Herstellung von Zement.

Aufbau und Struktur der Lehreinheit

Diese Lehreinheit bietet die Grundlage, den Baustoff Beton aus unterschiedlichen Perspektiven zu erkunden: Aus Sicht der Technik, der Gestaltung, der Naturwissenschaften und des Alltags. Die Lehreinheit enthält fünf einzeln durchführbare Untereinheiten mit Arbeits- und Theorieblättern für Lernende, sowie didaktische Kommentare und Infoblätter für Lehrende. Ziel ist, dass die Lernenden eine fundierte Vorstellung von Beton gewinnen und sich eine differenzierte Meinung bilden können.



Der Beton und ich 1

- Beton in der unmittelbaren Umgebung (z. B. Schulhaus) erkunden und seinen Einsatz und Nutzen mittels Fotos dokumentieren.


















Fächerübergreifend  

TTG.1.A.1

Stabil wie Stahl 2

- Die Bestandteile von Beton benennen und die Herstellung erklären.
- Beton selber giessen.
- Einen Modellversuch zur Statik durchführen.
- Unterschiedlich armierten Beton systematisch in Bezug auf seine Belastbarkeit testen.

Physik, Technik, TTG        

TTG.2.B.1, TTG.2.D.1, TTG.2.E.1, NT 2.1, NT 5.1

Hart wie Stein 3

- Selber im Labor Kalk (Bestandteil von Zement) brennen, löschen und abbinden.
- Die CO₂-Freisetzung und den Aushärtungsprozess im Kalkkreislauf nachvollziehen und jemandem erklären.
- Den Portlandzement und seine Besonderheiten beschreiben.






Chemie, Technik       

TTG.3.B.1, TTG.3.B.2, NT 3.1, NT 3.3, NT 4.2

Formbar ohne Grenzen 4

- Innovative Technologien und deren Anwendungen in Kunst und Architektur recherchieren.
- Eigene Ideen für das Bauen und Gestalten der Zukunft entwickeln.






Technik, TTG  

TTG.2.A.1, TTG.2.C.1

Der Beton und wir – Pro und Contra 5

- Die Auswirkungen der Betonindustrie auf Mensch und Umwelt verstehen.
- In einem Rollenspiel die Vor- und Nachteile von Beton aus verschiedenen Perspektiven diskutieren.






BNE    

TTG.1.B.1, TTG1.B.2, TTG.3.A.2, NT 3.3c

Lesehinweis
 Die Grösse der farbigen Symbole entspricht dem relativen Anteil der jeweiligen Kompetenzen in dieser Untereinheit (Skala 1-4).
 Die Uhren-Symbole stehen für die ungefähre Anzahl der Lektionen (à 45 Minuten) in dieser Untereinheit.

1. Einstiegsübungen: Der Beton und ich

Auf Basis von visuell orientierten Konzepten aus der ästhetischen Bildung werden die Lernenden auf die Existenz von Beton in ihrer Lebenswelt aufmerksam gemacht, ihr Vorwissen aktiviert und Impulse für eigene Fragen und Auseinandersetzungen mit dem Baustoff gesetzt.



2. Stabil wie Stahl

Schalung, Armierung, Guss und Statik

Eine einfache Versuchsanordnung macht Grundprinzipien der Statik sichtbar. Wie es dem Beton gelingt, enorme Lasten zu tragen, testen die Lernenden an selbst gegossenen Betonelementen mit unterschiedlichen Armierungen.

(Physik, Technisches Gestalten)



3. Hart wie Stein

Vom Kalk zum Zement zum Beton

In einem Laborexperiment erfahren die Lernenden, wie Zement hergestellt wird und weshalb dabei viel CO₂ freigesetzt wird.

Dabei lernen sie den technischen Kalkkreislauf kennen und verstehen, wie aus Gestein „flüssiger Stein“ gemacht wird.

(Chemie)



4. Formbar ohne Grenzen

Gestaltung und Zusammensetzung

Wie der „flüssige Stein“ gestaltet werden kann, erleben die Lernenden im Prinzip bereits beim Guss eigener Betonelemente. Aufbauend darauf recherchieren sie zu innovativen Technologien im Betonbau (Schalungs-, Giess- und Armierungsverfahren) und entwickeln eigene Ideen für das Bauen der Zukunft.

(Physik, Chemie, Technisches Gestalten)



5. Der Beton und wir

Die Lernenden erweitern ihr Wissen über die Umweltprobleme, die mit der Produktion und dem Einsatz von Beton verbunden sind, und reflektieren ihre Haltung zu Beton anhand eines Rollenspiels.

(Physik, Chemie, Biologie, Technisches Gestalten)

Auflistung der verfügbaren Unterlagen und der benötigten Materialien

Teil	Inhalte	Dokumente	Material- bzw. Raumanforderungen
Untereinheit 1: <i>Der Beton und ich</i> – eine erste Annäherung mittels Fotosafari (1-2 Lektionen)	1. Fotosafari 2. Die Rahmenaufgabe	1.1_Didaktischer Kommentar_Fotosafari 1.1a_Arbeitsblatt_Fotosafari_Auftrag 1.1b_Arbeitsblatt_Fotosafari_Dokumentation 1.1c_Arbeitsblatt_Fotosafari_Vergleich 1.1d_Arbeitsblatt_Fotosafari_Mindmap 1.2_Didaktischer Kommentar_Rahmenaufgabe 1.2a_Arbeitsblatt_Rahmenaufgabe	Smartphones der Lernenden, Stifte, evtl. Drucker
Untereinheit 2: <i>Stabil wie Stahl</i> – Welcher Betonträger hält? (6-8 Lektionen, mit mehrtägiger Pause zum Aushärten dazwischen)	1. Woraus besteht Beton? 2. Beton giessen 3. Modellversuch zur Statik 4. Belastungstest	2.1_Didaktischer Kommentar_Betonbestandteile 2.1a_Arbeitsblatt_Betonbestandteile (plus Lösungen) 2.1b_Arbeitsblatt_Betonbestandteile (plus Lösungen) 2.1c_Theorieblatt_Betonbestandteile 2.2_Didaktischer Kommentar_Betonguss 2.2a_Infoblatt_Betonguss_Schalung_Armierung 2.2b_Theorieblatt_Armierungen 2.3_Didaktischer Kommentar_Modellversuch_Statik 2.3a_Arbeitsblatt_Modellversuch_Statik (plus Lösungen) 2.4_Didaktischer Kommentar_Belastungstest 2.4a_Arbeitsblatt_Belastungstest	Internetabeitsplätze oder Smartphones mit QR-Code-Readern Getränkekartons für die Schalungen, Cutter, Heissleim, diverse Armierungsmaterialien, Estrichbetonmischung, 5l-Eimer, Messbecher, Waage, Gummihammer, Rührkelle, Abdeckfolie, Gummihandschuhe, Mundschutz, Arbeitskittel Schaumstoffmatten, Klebband, Schnüre und ähnliches. 2 Auflagen (z.B. Holzblöcke, Ziegelsteine), diverse Gewichtselemente
Untereinheit 3: <i>Hart wie Stein</i> – Kalk brennen, löschen und abbinden im Labormassstab (4-8 Lektionen)	1. Kalk brennen 2. Kalk brennen, löschen und abbinden 3. Theorieblatt: Kalkkreislauf	3.1_Didaktischer Kommentar_Kalk-brennen 3.1a_Arbeitsblatt_Kalk-brennen (plus Lösungen) 3.2_Didaktischer Kommentar_Kalk-brennen-loeschen-abbinden 3.2a_Arbeitsblatt_Kalk-brennen-loeschen-abbinden (plus	Chemielaborraum mit üblichen Utensilien, vor allem mit leistungsstarken Gasbrennern.

	4. Theorieblatt: Portlandzement und seine Besonderheiten	Lösungen 3.3_Theorieblatt_techn-Kalkkreislauf 3.4_Theorieblatt_moderner-Zement	
Untereinheit 4: <i>Formbar ohne Grenzen</i> (ca. 2 Lektionen)	1. Recherche zu innovativen Technologien und Anwendungen in Kunst und Architektur 2. Eigene Ideen für das Bauen und Gestalten der Zukunft skizzieren	4_Didaktischer Kommentar_Gestaltung 4a_Arbeitsblatt_Gestaltung_Recherche 4b_Arbeitsblatt_Gestaltung_Zukunftsideen	Internetarbeitsplätze oder Smartphones mit QR-Code-Readern Zeichenpapier (DinA3) Bleistift, Marker oder Buntstifte in diversen Farben
Untereinheit 5: <i>Der Beton und Wir – Pro und Contra</i> (2-4 Stunden)	1. Das CO ₂ -Problem 2. Die Rahmenaufgabe	5.1_Didaktischer Kommentar_Das-CO ₂ -Problem 5.1_Arbeitsblatt_Das-CO ₂ -Problem (plus Lösungen) 5.2_Didaktischer Kommentar_Diskussionsrunde 5.2a_Arbeitsblatt_Diskussionsrunde_Tischkaertchen 5.2b_Arbeitsblatt_Diskussionsrunde_Abschlussreflexion	Kärtchen für Notizen in den 6 Farben der Rollenprofile, Stifte, Pinnwand, Pinnadeln

Lernziele und Bezug zum Lehrplan 21

Unterrichtseinheit	Kompetenzen nach Lehrplan 21
Der Beton und ich	<p>TTG.1 Wahrnehmung und Kommunikation</p> <p>A Wahrnehmung und Reflexion</p> <p><i>Wirkung und Zusammenhänge</i></p> <p>TTG.1.A.1 Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>... können Funktionen und Wirkung von Objekten zielgerichtet untersuchen (Zusammenspiel von Funktion, Konstruktion, Gestaltungselementen).</p>
Stabil wie Stahl	<p>TTG.2 Prozesse und Produkte</p> <p>B Funktion und Konstruktion</p> <p><i>Bau/Wohnbereich</i></p> <p>TTG.2.B.1 Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>3e ... kennen funktionale und konstruktive Elemente des Bauens und der Raumgestaltung (z.B. Wärmedämmung, Stahlbeton, Textilbeton, Skelett- oder Fachwerkbau, Raumteiler, Lichtobjekt).</p> <p>... können ausgehend von einer Analyse der Raumsituation (öffentlicher Raum), von Farbe und Material eigene Bedürfnisse für Produkte im Wohnbereich formulieren und umsetzen.</p> <p>3f ... kennen Materialien, funktionale und konstruktive Elemente des Bauens und der Raumgestaltung und können diese anwenden (Beton, Armierungen) (z.B. Sitzbank, Hausmodelle).</p> <p>D Verfahren</p> <p><i>Formgebende Verfahren: Umformen</i></p> <p>TTG.2.D.1 Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>2c ... können die Verfahren zunehmend selbstständig und gezielt einsetzen und anwenden: modellieren, Beton giessen (z.B. Wachs, Gips, Ton).</p> <p>E Material, Werkzeuge und Maschinen</p> <p><i>Material</i></p> <p>TTG.2.E.1 Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>1c ... kennen die Eigenschaften von Materialien (Beton) und können diese sachgerecht anwenden (Massivholz, Acrylglas, Metallhalbzeuge, Vlies, Blache, Gewebe, Maschenstoffe).</p> <p>NT.2 Stoffe untersuchen und gewinnen</p> <p><i>NT.2.1 Die Schülerinnen und Schüler können Stoffe untersuchen, beschreiben und ordnen</i></p> <p>2c ... können Unterschiede zwischen Modell und Wirklichkeit aufzeigen.</p> <p>NT.5 Mechanische und elektrische Phänomene untersuchen</p> <p><i>NT.5.1 Die Schülerinnen und Schüler können Bewegungen und Wirkungen von Kräften analysieren.</i></p> <p>b ... können Wirkungen von Kräften untersuchen und beschreiben (z.B. verformte Plastilinkugel nach dem Herunterfallen, Bedeutung der Gurte beim Autofahren, Veränderung der Flugbahn eines Balls durch Krafteinwirkung). Angriffspunkt, Richtung und Betrag einer Kraft; Verformung, Bewegungs- und Lageänderungen durch Krafteinwirkung</p>
Hart wie Stein	<p>TTG.3 Kontexte und Orientierung</p>

	<p>B Design- und Technikverständnis</p> <p><i>Produktion und Nachhaltigkeit</i></p> <p>TTG.3.B.1 Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>b ... können Rohstoffgewinnung und Produktion (von Beton) im Sinne der Nachhaltigkeit einschätzen (Textilien, Möbel, Elektronik).</p> <p>... können Informationen zu ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen der Rohstoffgewinnung recherchieren, um Vor- und Nachteile bei Kauf und Nutzung abzuwägen.</p> <p><i>Herstellung und Verwendung</i></p> <p>TTG.3.B.2 Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>c ... können die Herstellungsprozesse und den Gebrauch von Materialien (Beton) erläutern und nach Kriterien der Nachhaltigkeit bewerten (Metalle, textile Fasern).</p> <p>... kennen die Materialien, welche besondere Entsorgungsmassnahmen nötig machen und wissen um eine sinnvolle Weiter- oder Wiederverwertung (Recyclingbeton) (Altkleider, elektronische Geräte, Holzwerkstoffe).</p> <p>NT.3 Chemische Reaktionen erforschen</p> <p><i>NT.3.1 Die Schülerinnen und Schüler</i></p> <p>1b ... können ausgewählte Stoffumwandlungen (z.B. Kerzen- und Brennerflammen, Verbrennung, Gerinnung von Eiklar) beobachten, untersuchen, als materielle und energetische Umwandlung erkennen und in Fachsprache beschreiben</p> <p>2a ... können angeleitet Kohlendioxid, Sauerstoff, Zucker, Stärke und Proteine chemisch nachweisen.</p> <p><i>NT.3.3 Die Schülerinnen und Schüler können</i></p> <p>b ... können Stoffkreisläufe erklären und darstellen.</p> <p>NT.4 Energieumwandlungen analysieren und reflektieren</p> <p><i>NT.4.2 Die Schülerinnen und Schüler können</i></p> <p>b ... können mithilfe von Alltagsbeispielen zeigen, dass bei Energieumwandlungen fast immer ein Teil der Energie in thermische Energie umgewandelt wird. Energieentwertung</p>
<p>Formbar wie Porzellan</p>	<p>TTG.2 Prozesse und Produkte</p> <p>A Gestaltungs- bzw. Designprozess</p> <p><i>Sammeln und Ordnen</i></p> <p>TTG.2.A.1 Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>c ... können zu Aufgabenstellungen und zu eigenen Fragestellungen Ideen entwickeln und Informationen recherchieren, strukturieren und bewerten.</p> <p>TTG.2 Prozesse und Produkte</p> <p>C Gestaltungselemente</p> <p><i>Material und Oberfläche</i></p> <p>TTG.2.C.1 Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>1c ... können Wirkungen von Materialien und Oberflächen beurteilen und gezielt in der eigenen Produktgestaltung (Entwurf) einsetzen.</p>
<p>Der Beton und wir</p>	<p>TTG.1 Wahrnehmung und Kommunikation</p> <p>B Kommunikation und Dokumentation</p> <p><i>Produkte begutachten</i></p>

	<p>TTG.1.B.1 Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>2c ... können Produkte (aus Beton) kriterienorientiert begutachten, beurteilen und optimieren (z.B. mit professionell hergestellten Produkten vergleichen).</p> <p><i>Dokumentieren und präsentieren</i></p> <p>TTG.1.B.2 Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>c ... können mit fachspezifischem Wortschatz über Prozesse und Produkte kommunizieren.</p> <p>TTG.3 Kontexte und Orientierung</p> <p>A Kultur und Geschichte</p> <p><i>Erfindungen und Entwicklungen</i></p> <p>TTG.3.A.2 Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>C ... können Erfindungen und deren Folgen verstehen und bewerten (z.B. Stahlbeton, Textilbeton, synthetische Materialien, Bionik, Energiebereitstellung, Robotik).</p> <p>... können Entwicklungen und Innovationen aus Design und Technik in ihrer Vernetzung analysieren und deren Folgen für den Alltag einschätzen (z.B. Stickcomputer, CNC-Maschine, 3D-Drucker, Industrieroboter).</p> <p>NT.4 Energieumwandlungen analysieren und reflektieren</p> <p><i>NT.4.2 Die Schülerinnen und Schüler</i></p> <p>b ... können mithilfe von Alltagsbeispielen zeigen, dass bei Energieumwandlungen fast immer ein Teil der Energie in thermische Energie umgewandelt wird. Energieentwertung</p> <p>NT.3 Chemische Reaktionen erforschen</p> <p><i>NT.3.3 Die Schülerinnen und Schüler</i></p> <p>b ... können Stoffkreisläufe erklären und darstellen</p> <p>c... können aufzeigen, welche lokalen und globalen Folgen die Nutzung von Rohstoffen (Beton) auf die Umwelt hat und Möglichkeiten zum nachhaltigen Umgang mit globalen Ressourcen (Beton) zusammenstellen und einschätzen. Globale Ressourcen: Wasser, Luft, fossile Brennstoffe, Uran; Endlichkeit der Ressourcen</p>
--	---

Didaktische Hinweise

Die vorliegende Lehreinheit kann je nach Bedarf sehr unterschiedlich eingesetzt werden. Dank der modulartigen Konzeption kann die Lehrperson damit eine ganze Projektwoche planen, oder auch bloss einzelne Untereinheiten oder Arbeitsblätter im Unterricht einsetzen. Daher finden sich einzelne Informationen (etwa über die Zusammensetzung des Betons) auf mehreren Arbeitsblättern. Wer das ganze Dossier durcharbeitet, kann redundante Information einfach überspringen.

Die Untereinheiten 1 und 5 bilden den Rahmen, der durch eine Rahmenaufgabe auch explizit zum Ausdruck gebracht wird. Nach dem ersten Kontakt mit dem Thema wird die abschliessende Aufgabe des 5. Teils – die Diskussion über Beton in Form eines Rollenspiels – bereits eingeführt. Auf diese Weise haben die Lernenden während der gesamten Lehreinheit das abschliessende Ziel vor Augen. Das hilft ihnen, Wesentliches von Unwesentlichem zu unterscheiden, sowie eigene Schwerpunkte zu setzen.

In den mittleren Untereinheiten 2 bis 4 werden die zentralen Konzepte vermittelt bzw. eine Vielfalt von Fähigkeiten und Fertigkeiten bei den Lernenden gefördert. Dabei kommt eine breite Palette von Unterrichtsmethoden und Lehr-

Lernarrangements zur Anwendung, und es wird Theorie mit Praxis verknüpft. Gleichzeitig werden die unterschiedlichen Fachperspektiven miteinander in Beziehung gesetzt und die unterschiedlichen Sichtweisen auf „Technik“ beleuchtet. All dies soll zu einem fundierten Blick auf den Baustoff Beton führen, der in einem soliden Wissen verankert ist, und in einer differenzierten Haltung zum Ausdruck gebracht werden kann.

Hinweise zum Zeitmanagement

Beton braucht mindestens eine Woche zum Aushärten (gemäss internationaler Norm sogar 28 Tage). Daher kann in einer Projektwoche der letzte Teil der 2. Untereinheit nicht abgeschlossen werden, und muss in den Zeitraum danach verlegt werden. Wenn man Teile der Lehreinheit im regulären Unterricht über mehrere Wochen einsetzt, lässt sich dieses Problem umgehen.

So oder so können je nach Bedarf die 3., 4. und Teile der 5. Untereinheit in die Mitte der 2. Untereinheit gelegt werden – zwischen die Teile 2.2 und 2.4, also vor dem Belastungstest der selbst gegossenen Betonträger. Diese Abfolge wird so empfohlen.

Abbildungsverzeichnis

Seite 1: Collage

-Messner Mountain Museum Corones – Südtirol, 2_MMM_Corones_Hadid.jpg, Foto: Werner Huthmacher, Berlin, <https://www.de-tail.de/artikel/in-den-berg-gesprengt-messner-mountain-museum-corones-25755/> (04.04.21)

-Am Alpenrhein in Untervaz: Holcim-Zementwerk. Foto: Joachim Kohler; <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=holcim+zementwerk&title=Special:MediaSearch&go=Seite&uselang=de&type=image> (04.04.21)

-Beton im Druckfestigkeits-Test. Foto: www.bft-international.com; https://www.bft-international.com/de/artikel/bft_2011-03_Pruefungen_fuer_Hochfesten_Beton_und_Hochleistungsbeton_1098314.html (04.04.21)

-Atrium des FHNW Campus Muttenz. Foto: Studio Gataric, <https://www.fhnw.ch/de/die-fhnw/standorte/muttenz> (04.04.21)

Seite 2:

-Bendorfer Brücke über den Rhein. Foto: cc H. Weinandt 2014: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bendorfer_Br%C3%BCcke_02_Koblenz_2014.jpg (10.02.2020)

-Solnhofer Portland-Zement. Foto: cc GFreihalter 2016: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solnhofer_Portland-Zement_680.jpg (10.02.2020)

-Armierung in Davos Intercontinental. Foto: cc swisscreo: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Armierung_Intercontinental.jpg?uselang=de (10.02.2020)

-Beton im 3D-Druck-Verfahren. Foto: Digital Building Technologies ETHZ <https://dbt.arch.ethz.ch/column-exhibited-at-formnext/> (10.02.2020)