

Was Zement alles kann!



Zement und Beton in der Hauptschule / AHS Unterstufe / Mittelschule

Liebe Schülerin, lieber Schüler!

„Was Zement alles kann!“ heißt das Heft, das du gerade in Händen hältst. Die österreichische Zementindustrie, die es bereits seit 150 Jahren gibt, möchte dir damit näherbringen, wie Zement gemacht wird, wie man mit Zement arbeitet und was man Tolles aus Zement bzw. Beton bauen kann. Denn ohne Zement und Beton wären viele heutige Bauwerke nicht möglich.

Damit dir dabei nicht langweilig wird, werden die Erklärungen und Bilder auch immer wieder mit Rätseln, „Forschungsaufträgen“ und Spielen aufgelockert. Sogar eine kreative handwerkliche Übung (du lernst dabei, praktisch mit Zement und Beton umzugehen) haben wir uns für dich überlegt.

In Österreich gibt es 9 Zementwerke, einige davon bieten auch Führungen an. Schulklassen sind immer gern gesehene Gäste. Frag deine Lehrerin oder deinen Lehrer!

Standorte der Österreichischen Zementindustrie

- 1 Baumit
- 2 CRH
- 3 Holcim (Vorarlberg)
- 4 Kirchdorfer Zementwerk Hofmann
- 5 Lafarge Zementwerke
- 6 Schretter & Cie
- 7 w&p Zement
- 8 Zementwerk Hatschek
- 9 Zementwerk Leube



Wir wünschen dir beim Arbeiten mit diesem Heft viel Vergnügen!

Das Redaktionsteam

Impressum:

Medieninhaber: Zement + Beton Handels- und Werbeges.m.b.H.,
1030 Wien, Franz-Grill-Straße 9

E-Mail: zement@zement.at, www.zement.at

Im Auftrag der Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie (VÖZ)
Mitglied von Betonmarketing Österreich; www.baustoffbeton.at



2. österreichweite Auflage (2021)

Hinweis: Die Kirchdorfer Zementwerk Hofmann GesmbH hat der Zement + Beton Handels- und Werbeges.m.b.H. die Rechte übertragen, die regionale Originalausgabe „Was Zement alles kann“, 1. Auflage (2009) in jenen Punkten, welche auf spezifische Belange des Kirchdorfer Zementwerks Bezug nehmen, für eine österreichweite Auflage anzupassen und die Broschüre zum Aufbau und zur Pflege von Schulkontakten im Betriebsumfeld der Österreichischen Zementwerke innerhalb Österreichs zu verlegen.

Fotos: © Kirchdorfer Zementwerk Hofmann GmbH, shutterstock images, Werbeagentur Fredmanky

Pädagogische Umsetzung: Institut Retzl GmbH

Technische / fachliche Begleitung: Zement + Beton Handels- und Werbeges.m.b.H.

Lektorat: Cathérine Stuzka

Illustration, Satz und Gestaltung: Richard Fischer, Linz

Druck: Samson Druck, www.samsondruck.at

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das Recht der Verbreitung (auch durch Film, Fernsehen, Internet, fotomechanische Weitergabe, Bild-, Ton- und Datenträger jeder Art oder den auszugsweisen Nachdruck). Die Kopiervorlagen sind urheberrechtlich geschützt. Die Erwerberin/der Erwerber ist berechtigt, davon Vervielfältigungen in Klassensätzen ausschließlich für den eigenen Gebrauch herzustellen. Alle weiteren Vervielfältigungen sind nach dem Urheberrecht unzulässig.

Los geht's ...

Hallo und herzlich willkommen bei unserem Zementprojekt. Dieses Heft wurde für den fächerübergreifenden Projektunterricht gestaltet. Das bedeutet, dass es nicht nur in einem bestimmten Unterrichtsfach, sondern in mehreren Gegenständen verwendet werden kann. Daher solltest du es immer dabei haben.

Auf den folgenden Seiten findest du Interessantes zu den Themen:

- **Ein Dach über dem Kopf**
- **Wo wird Zement eingesetzt?**
- **Arbeit im Wandel der Zeit**
- **Die Geschichte des Zements**
- **Wie entsteht Zement?**
- **Interessantes rund um das Zementwerk**

In einem abschließenden Quiz kannst du dein Wissen überprüfen. Worterkklärungen für Fachbegriffe, die mit  gekennzeichnet sind, findest du im Glossar. Damit du dich besser zurechtfindest, sind die einzelnen Seiten farblich markiert. Diese Farben zeigen die Unterrichtsfächer an, in denen die einzelnen Themen behandelt werden können.



Chemie



Geografie



Geschichte



Technisches Werken



Quiz



Glossar

Doch über Zement und Beton nur zu lesen, ist dir sicher zu wenig. Beim praktischen Arbeiten mit Beton sind auch deine handwerklichen Fähigkeiten gefragt. Dazu brauchst du zusätzliche Arbeitsmaterialien, die du in diesem Heft nachschlagen kannst. Eine Schürze, ein altes Hemd oder eine alte Bluse als Schutz für deine Kleidung solltest du aber noch mitnehmen.



Manchmal sind aber auch deine Fähigkeiten als Forscherin bzw. Forscher gefragt. Dann sind deine Augen, ein Notizblock und ein Stift deine wichtigsten „Werkzeuge“.

Viel Spaß beim Forschen!



Ein Dach über dem Kopf ...

Seit es Menschen gibt, suchen diese nach einem Dach über dem Kopf, welches sie vor Witterungseinflüssen schützt. Dienten zu Beginn der Menschheitsgeschichte vor allem Höhlen als Behausungen, wurden diese später von Häusern abgelöst. Gebäude wurden aber nicht nur zu Wohnzwecken errichtet. Sehr bald zeigten sie auch, wie viel sich ihre Besitzer leisten konnten oder dienten als Stätten für Religion, Kunst und Kultur.



Forscher gefragt:

→ Bringe diese Bauwerke in die richtige Reihenfolge. Ordne sie dem Zeitstrahl zu.



→ Welche dieser Baustoffe (Stein, Glas, Beton, Ziegel, Holz) wurden für diese Bauwerke vorwiegend benötigt? Ordne sie den entsprechenden Bauwerken zu.

Baustoff	Bauwerk

Wie du siehst, haben die Menschen zu verschiedenen Zeiten verschiedene Baustoffe verwendet. Einen dieser Baustoffe sehen wir uns nun genauer an – den Beton bzw. einen seiner wichtigsten Bestandteile – den Zement. Betonähnliche Baustoffe waren bereits zur Zeit der römischen Antike (also vor mehr als 2.000 Jahren) bekannt.



Brainstorming

Was fällt dir zum Thema Beton/Zement ein? Welche Bauwerke aus Beton kennst du? Weißt du auch etwas über die Verwendung von Zement? Schreibe alles, was dir einfällt, in das Feld. Diese Technik nennt man „Brainstorming“ („Gehirn stürmen“).

Beton
Zement

Vergleiche deine Ergebnisse mit jenen deiner Mitschülerinnen und Mitschüler.



Wo wird Zement eingesetzt?

Ist doch klar: Beim **Hausbauen**, oder? Richtig, aber nicht nur dort. Zement bzw. Beton (eine zu Stein gewordene Mischung aus Zement, Kies, Sand und Wasser) ist ein vielseitiger Baustoff. Ohne ihn gäbe es beispielsweise keine großen, unterirdischen Bauwerke wie **Tunnel**, **Tiefgaragen** oder **Kanäle**. Aber auch über der Erde wären viele Großbauten, z.B. **Brücken**, **Hochhäuser** oder **Staumauern** undenkbar. Nicht nur Sportstätten (z.B. **Fußballstadien**), auch Sportgeräte werden aus Beton produziert. Beispielsweise bestehen **Halfpipes**, **Skaterbahnen**, **Klettertürme** und **Kletterwände** aus Beton. Sogar **Schiffe** und **Boote** aus Beton gibt es. Auch im Straßenbau wird Beton immer beliebter. Durch neue Herstellungsmethoden werden **Beton-Fahrbahnen** nicht nur immer widerstandsfähiger sondern auch leiser. Vielleicht sind dir auch schon einmal die **Orientierungsplatten** (die mit den Rillen) für sehbehinderte Mitmenschen auf Bahnhöfen oder Gehsteigen aufgefallen. Auch sie werden aus Beton gefertigt.



Alles grau in grau – oder doch nicht?

Bauen mit Beton bedeutet nicht, dass alles um einen herum nur grau in grau ist. Er kann problemlos durchgefärbt werden und damit auch Farbe in den Alltag bringen (eingefärbter Beton [→ G](#)).

Weißt du es noch ...?

→ Nenne je ein Beispiel für die Verwendung von Beton.

Beton unter der Erde:

Beton über der Erde:

Beton im Sport:

Beton im Verkehr:



Forscher gefragt:

→ Schau in deiner Umgebung (Geschäfte, Schulgebäude, Schulweg, ...) nach, wo du noch Betonbauteile entdeckst.

→ Bildet in eurer Klasse Expertinnen- und Expertengruppen. Jede dieser Gruppe beschäftigt sich mit einem Themenbereich („Bauwerke oberirdisch“, „Bauwerke unterirdisch“, „Sport“, „Verkehr“). Nutzt auch das Internet für eure Recherchen (z.B. www.zement.at). Präsentiert eure Ergebnisse in einem Kurzreferat (ca. 5 Min.) der Klasse.

Beton und Umwelt:

Wie du später noch erfahren wirst, muss für die Zementerzeugung viel Energie aufgebracht werden (z.B. für das Feuern des Brennofens). Darum spricht man Beton oft ab, ein umweltfreundlicher Baustoff zu sein. Der Zementanteil im Beton beträgt allerdings nur zwischen 10 und 15 % (der Rest entfällt auf Kies,

Sand und Wasser), weshalb dieser als **wenig umweltbelastender Baustoff** gilt. Weiters kann Beton wiederverwertet werden. Beton von abgerissenen Bauwerken wird zerkleinert und als **Gesteinskörnung** (für die Frischbetonerzeugung) oder als **Schüttmaterial** (zur Bodenstabilisierung) verwendet.



Denker gefragt:

→ Dein Nachbar möchte einen Standplatz für seinen gemauerten Gartengriller betonieren. Er hat erfahren, dass ihr in der Schule über Zement und Beton lernt und ersucht dich daher um Hilfe bei der Baustoffberechnung.

Der Standplatz soll eine Fläche von $4 \times 3 \text{ m}^2$ haben und 10 cm hoch sein.
Wie viel m^3 Beton braucht ihr?

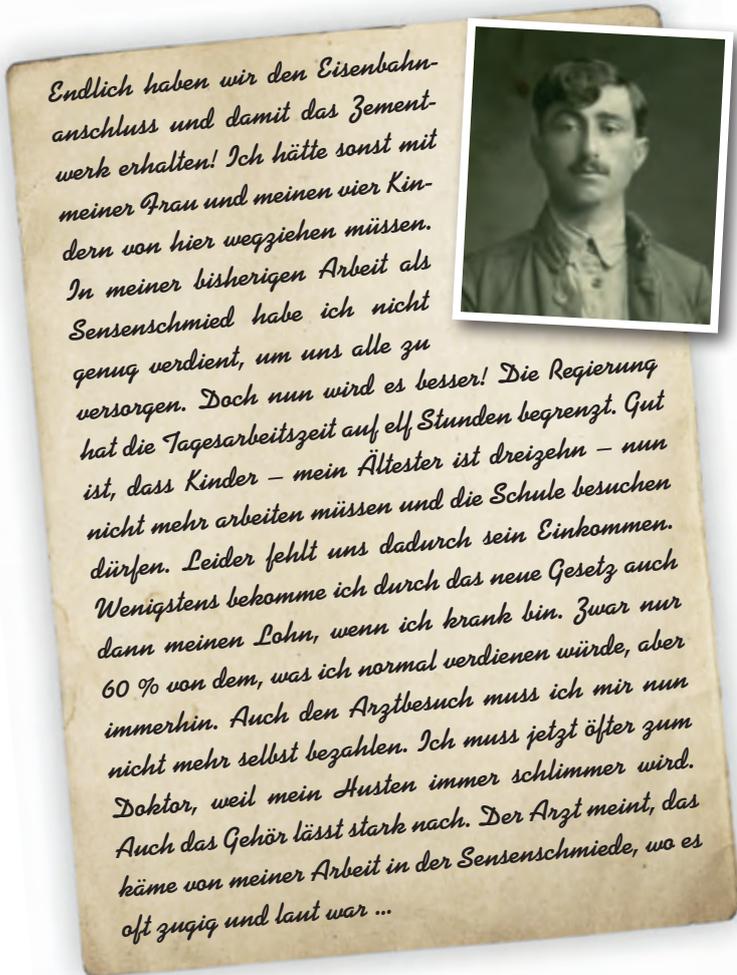
Welches Gewicht wird der fertige Standplatz haben, wenn man für Beton 2.400 kg/m^3 als Mittelwert annimmt?

Der Zementanteil im Beton soll 15 % betragen. Wie viel Zement benötigt ihr (in kg)?



Arbeit im Wandel der Zeit

Mit dem Ausbau des Eisenbahnnetzes in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entwickelte sich auch die Industrie weiter. Neue Werke/Betriebe entstanden (nun auch) abseits großer Städte. Die Arbeitsbedingungen damals unterschieden sich wesentlich von den heutigen. Ein Arbeiter von damals erzählt:



Oft wird von der „guten alten Zeit“ gesprochen. Fallen dir Unterschiede zum Leben einer Arbeiterin/eines Arbeiters heute ein? Notiere sie kurz und vergleiche deine Ergebnisse mit jenen der Klasse:



Forscher gefragt:

→ Sieh z.B. auf www.help.gv.at (Suchbegriff: „Arbeit“) nach und finde die aktuellen Bestimmungen zu:

- **Arbeitszeit**
- **Urlaub** und
- **Entgeltfortzahlung bei Krankheit**

Beantworte folgende Fragen:

1. → Wie viele Stunden beträgt die Normalarbeitszeit pro Tag in Österreich?

2. → Ab welchem Alter darfst du arbeiten?

3. → Wie viele Wochen Urlaub stehen Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern pro Jahr zu?

4. → Wird diese Urlaubszeit bezahlt?

ja

nein

5. → Erhält man auch während eines Krankenstandes seinen Lohn?



Die Geschichte des Zements

Unser Wort „Zement“ geht auf die Römer zurück, die schon vor mehr als 2.000 Jahren betonartige Mauerwerke erbauten. Zu Steinen, Sand und gebranntem Kalkstein mischten sie Vulkanasche oder Magmagesstein. In Verbindung mit Wasser wurde dieses Gemisch bindfähig und sehr fest. So fest, dass es sogar wasserdicht war. Die Römer konnten damit also nicht nur große Bauwerke wie das Kolosseum errichten, sondern auch Wasserleitungen und Dämme bauen. Sie bezeichneten ihren Baustoff als „opus caementitium“, das ist der Vorläufer unseres heutigen Betons.

Viele Jahre später, im 18. Jahrhundert, lieferte der Engländer John Smeaton mit seiner Entdeckung die Grundlage zur späteren Erzeugung der Zemente. Er lüftete das Geheimnis des hydraulischen Kalks (hydraulisch nennt man Stoffe, die sowohl an der Luft als auch unter Wasser erhärten und auch beständig sind). 1824 meldete sein Landsmann Joseph

Aspdin das Patent zur Herstellung des sogenannten „Portlandzements“ an und gründete eine Zementfabrik. Die Erfindung des Portlandzements brachte eine Revolution im Bauwesen. Es stand nun ein Material zur Verfügung, mit dem auch große Lasten sicher mit dem Erdboden verbunden waren und damit höhere Gebäude errichtet werden konnten. Die Herstellung war günstig und das Material in nahezu unbegrenzter Menge vorhanden.

Ungefähr zur gleichen Zeit nützte der Straßenmeister Franz Kink die vielen natürlichen Gesteinsvorkommen in Österreich zur Herstellung von Zement. Er errichtete eine Fabrik, die innerhalb kürzester Zeit 150 Leute beschäftigte und anfangs 6.000, nach 10 Jahren Betrieb bereits 15.000 Tonnen Zement jährlich produzierte. Der Begründer der Erzeugung von Portlandzement in Österreich war Alois Kraft. Aus seinem Steinbruch wurde Mergel gewonnen, der sich besonders gut für die Herstellung von Portlandzement eignet. Gemeinsam mit Angelo Saullich gründete er in Perlmoos (Tirol) die erste Portlandzementfabrik. Die österreichische Zementindustrie holte die ausländische Konkurrenz innerhalb kürzester Zeit in Qualität und Produktionsmengen ein. Aufgrund der reichlichen Rohstoffvorkommen entstanden nun in ganz Österreich Zementwerke.



Denker gefragt:

→ Wie würde unsere Welt heute aussehen, wenn es den Baustoff Beton nicht gäbe? Könntest du dir unser heutiges Leben ohne Beton vorstellen?



Forscher gefragt:

→ Recherchiere im Internet wichtige Details zur Geschichte des Zements. Versuche, folgende Fragen zu beantworten: Wovon leitet sich der Name „Portlandzement“ ursprünglich ab? Welche Stoffe werden heute vermehrt als Brennstoffe bei der Zementerzeugung verwendet? Wo stehen einige der höchsten Gebäude auf der Welt, die mit Beton gebaut wurden, und wie hoch sind sie?



Wie entsteht Zement?

Zement kommt nicht fertig in der Natur vor, er muss daher hergestellt werden. Im folgenden Kapitel erfährst du, aus welchen Rohstoffen **→ G** Zement besteht, wo diese Rohstoffe vorkommen, wie sie verarbeitet werden, wie ein Zementwerk umweltgerecht produziert und was für den Schutz der Anrainerinnen und Anrainer getan wird.

Woraus besteht Zement?

Die wichtigsten Rohstoffe sind **Kalkstein** **→ G** und **Mergel** **→ G**. Das Ausgangsmaterial für Zement besteht etwa zu 2/3 aus Kalkstein und zu 1/3 aus Mergel. Diese natürlichen Rohstoffe werden aus Steinbrüchen bezogen. Nach dem Sprengen werden die großen Rohstoffstücke in einem **Brecher** zerkleinert. Dieser macht aus großen Gesteinsbrocken faustgroße Stücke. Anschließend wird das zerkleinerte Rohstoffgemisch mit der Bahn in das Zementwerk transportiert und dort im **Rohstofflager zwischengelagert**.

Wie werden diese Rohstoffe verarbeitet?

Für die Herstellung von Zement wäre das Rohstoffgemisch aber immer noch viel zu grob und zu feucht. Daher muss es in einer Mühle zu **Rohmehl** **→ G** gemahlen werden, wobei es gleichzeitig getrocknet wird (**Mahltröcknungsanlage**). Auch Ersatzrohstoffe **→ G** werden in die Rohmühle gegeben, um die günstigste chemische Zusammensetzung einstellen zu können. Nach dem Mahlen wird das Rohmehl in einem **Homogenisiersilo** **→ G** gut vermischt und anschließend für den Brennvorgang gelagert. Transportiert wird das Rohmehl überwiegend in Becherwerken und Luftförderrinnen und damit praktisch staubfrei. In den Becherwerken und Luftförderrinnen herrscht Unterdruck, der sicherstellt, dass bei allfälligen kleinen Undichtigkeiten zwar Luft aus der Umgebung einströmt, aber kein Staub nach außen dringt. Die Absaugung erfolgt nach dem Funktionsprinzip eines Staubsaugers.

Weißt du es noch ...?

→ Wie heißen die zwei wichtigen Ausgangsmaterialien für die Zementerzeugung:

→ Kannst du die bisherigen Schritte bei der Zementerzeugung in die richtige Reihenfolge bringen? Schreibe deine Lösung in die Kästchen:

Mahltröcknung – Zwischenlagerung – Homogenisiersilo – Rohmehl – Rohstoffgewinnung – Brechen

1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			

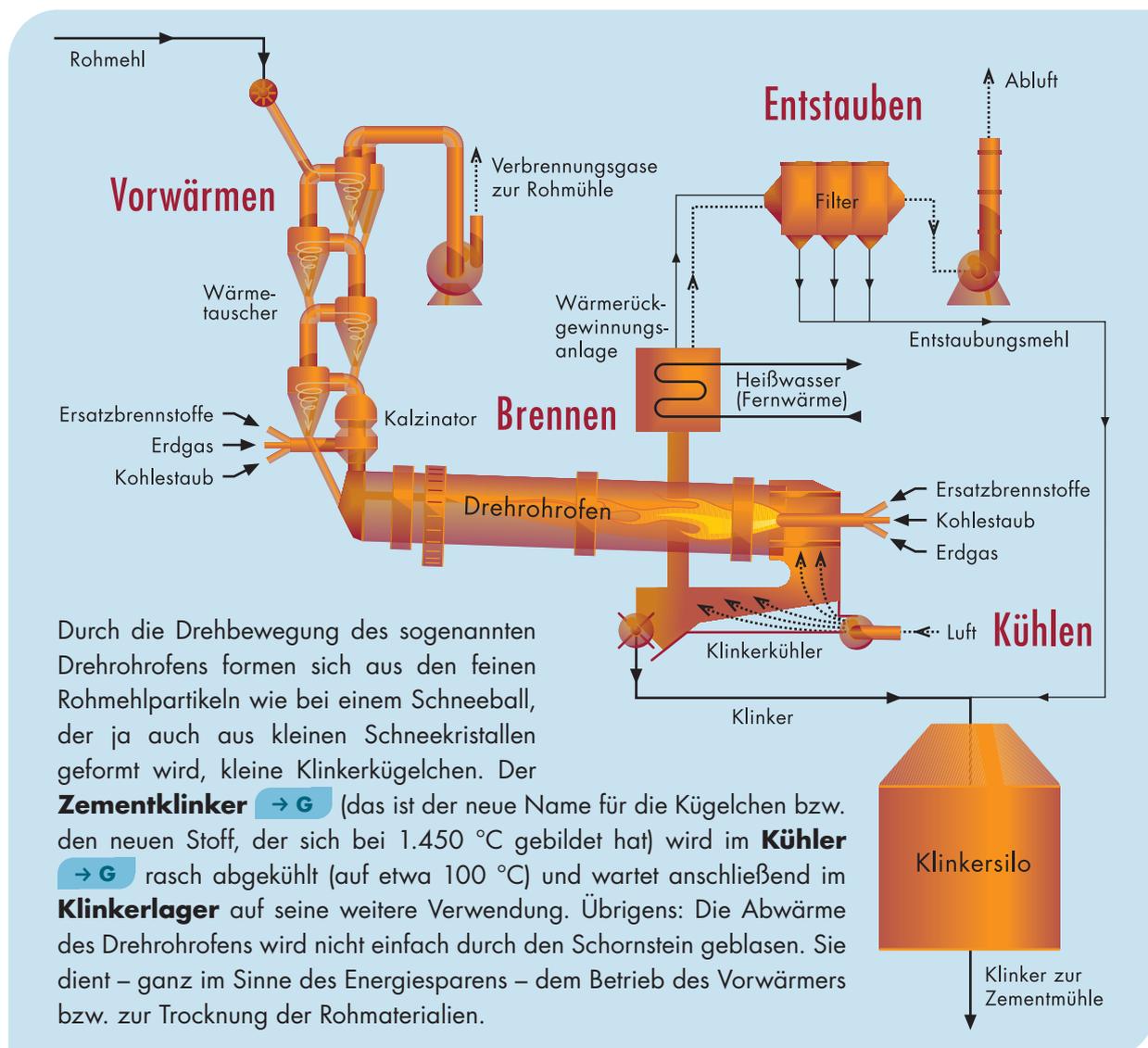


Wie wird aus dem Rohmehl nun Zement?

Eine heiße Sache – das Brennen:

Das „Rohmehl“ muss nun gebrannt werden. Um die hohen Temperaturen, die beim Brennen nötig sind, zu erreichen, muss es zuerst in einen Wärmetauscher [→ G](#). Dieser wird mit heißen Abgasen aus dem Drehrohren betrieben und dient dem Vorwärmen des Rohmehls auf 800–900 °C. Diese Temperaturen sind notwendig, um das **Kohlendioxid** (CO₂) aus dem Kalkstein herauszubekommen. Danach wandert das weiß glühende Rohmehl weiter in den **Drehrohren** [→ G](#), wo es noch mehr ins Schwitzen kommt. Allerdings nicht durch

die Wanderung, sondern weil der Drehrohren noch heißer ist. Bis auf 1.450 °C wird es dort erhitzt, wobei ca. ein Viertel des Rohmehls schmilzt! Diesen Vorgang nennt man **„Sintern“** [→ G](#). Wurde der Ofen früher ausschließlich mit gemahlener Kohle und Erdgas befeuert, kommen heute verstärkt Ersatzbrennstoffe [→ G](#) (z.B. Kunststoffschrottel) zum Einsatz. Dafür werden Kunststoffabfälle zu kleinen Schnitzeln verarbeitet. Daher ist es wichtig, dass du deine Kunststoffabfälle getrennt sammelst. Durch diese und andere Ersatzbrennstoffe wird der Müllberg verkleinert und der Ausstoß von Kohlendioxid (CO₂) reduziert.





Wie entsteht Zement?



Damit auch kein Staub aus dem Kamin herauskommt, muss das Abgas vorher noch durch eine Tuchfilteranlage → G. Diese funktioniert wie ein Staubsauger, ist allerdings so groß wie ein Einfamilienhaus. Auch die heiße Luft, die nach der Kühlung des Klinkers den Klinkerkühler verlässt, wird wiederverwendet. Sie dient zum Teil als Verbrennungsluft im Drehrohfen und zum Teil zur Heißwassererzeugung in der Wärmerückgewinnungsanlage.

Das Mahlen:

Der kugelförmige, gekühlte Zementklinker (die Korngröße liegt zwischen einer Haselnuss und einer Kokosnuss) kommt nun in eine sogenannte **Kugelmühle** → G. Dort wird er gemeinsam mit **Zumahlstoffen** → G (z.B. Gipsstein, Hochofenschlacke, Flugasche, Kalkstein → G, ...) mit Hilfe von Stahlkugeln (2–8 cm Durchmesser) gemahlen. Für die unterschiedlichen Verwendungszwecke gibt es genau genormte unterschiedliche Arten von Zement. Die angeführten Zumahlstoffe bestimmen – neben der Mahlfeinheit – die Eigenschaften des fertigen Zements.

Nach dem Mahlvorgang wird der fertige Zement, getrennt nach einzelnen Sorten, in Silos zwischengelagert. Von dort aus wird er mit Silo-Lastkraftwagen auf Baustellen oder in Betonwerke gebracht, aber auch in Zementsäcke (25 kg) abgefüllt, auf Paletten geschichtet und als Sackware verkauft.

Während der gesamten Zementproduktion wird die Qualität der Zwischenprodukte laufend in einem eigenen Labor analysiert und kontrolliert.

Ein Extra für Bewegungshungrige – das Laufdiktat



Vielleicht kennst du das Laufdiktat schon aus anderen Gegenständen, trotzdem wird es hier noch einmal kurz erklärt. In der Klasse hängen an zwei Punkten (z.B. vorne an der Tafel und hinten an der Pinwand) Texte. Die Texte sind gleich, du musst dir aber jenen aussuchen, der am Weitesten von deinem Platz entfernt ist.

Deine Aufgabe besteht nun darin hinzulaufen, dir einen Satz zu merken (ohne Notizen), zurück zu deinem Platz zu laufen und deiner Banknachbarin/deinem Banknachbarn den Satz anzusagen. Schreibt beide den Satz in euer Heft bzw. eure Mappe. Anschließend läuft deine Banknachbarin/dein Banknachbar zum Text, merkt sich den nächsten Satz, läuft wieder zurück, sagt ihn dir an und schreibt ihn auch wieder auf. Das Spiel endet, wenn ihr beide den Text vollständig aufgeschrieben habt.



Sicherheit zuerst!

Du kannst dir sicher vorstellen, dass das Arbeiten mit so vielen Maschinen und so hohen Temperaturen gefährlich sein kann. Darum gelten in einem Zementwerk auch strenge Sicherheitsbestimmungen, an die sich nicht nur die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter halten müssen, sondern auch die Besucherinnen und Besucher. „Kommunikation“ heißt das Zauberwort für jeden funktionierenden Betrieb: In regelmäßigen Besprechungen wird das Thema Sicherheit behandelt. Dabei wird besprochen, ob gefährliche Arbeiten oder Reparaturen anstehen, ob es Vorfälle gab, die genauer untersucht werden müssen oder ob es neue Erkenntnisse zu Fragen der Betriebssicherheit gibt. So können viele Unfälle im Vorfeld vermieden werden.

Damit die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter vorbereitet sind, wenn trotzdem etwas passiert, werden zusätzlich Notfallübungen durchgeführt. Auch große Übungen, an denen Feuerwehr, Rettung und Polizei teilnehmen, finden regelmäßig statt. Im Ernstfall ist es für die Einsatzkräfte wichtig, dass sie sich im Werk auskennen.



Von einem guten Sicherheitskonzept profitieren also alle Beteiligten: Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, weil sie an einem sicheren Arbeitsplatz arbeiten. Das Unternehmen, weil im Ernstfall rasch und richtig gehandelt wird, damit es zu keinem größeren Schaden (und damit vielleicht sogar zu einem teuren Produktionsausfall) kommt. Die Einsatzkräfte, weil sie sich im Werk auskennen und die entsprechenden Ansprechpersonen im Werk kennen und nicht zuletzt die Anrainerinnen und Anrainer. Sie wissen, dass sich durch diese wichtigen Vorkehrungen ein kleiner Störfall nicht zu einer großen Gefahr auswächst.

Weißt du es noch ...?

→ Wie heißt jenes Gas, das dem Rohmehl im Wärmetauscher entzogen wird?

- Kohlenmonoxid (CO)
- Sauerstoff (O₂)
- Kohlendioxid (CO₂)

→ Hier sind ein paar Buchstaben durcheinander geraten: Wie heißt der Vorgang, bei dem ca. ein Viertel des Rohmehls schmilzt?

TRINENS

→ Wie nennt man jenes Zwischenprodukt, das im Drehrohrofen entsteht?

→ Nenne einen Stoff, der beim Mahlen beigemischt wird, um die Zementeigenschaften zu steuern:



Praktiker gefragt: „Was Zement alles kann“

Nachdem du nun so viel über Zement erfahren hast, möchtest du sicher auch praktisch damit arbeiten. Auch im folgenden handwerklichen Teil kommt der „Wiederverwertungsgedanke“ nicht zu kurz.

Hinweise für das sichere Arbeiten mit Zement und Beton:

Hautschutz: Handschuhe schützen nicht nur vor mechanischen Verletzungen (z.B. Schnittwunden). Sie verhindern auch Hautausschläge, weil deine Hände nicht direkt mit dem noch plastischen Frischbeton in Kontakt kommen.

Für unser Experiment reicht das Eincremen mit der Hautschutzcreme aus. Wichtig ist, dass du Hautkontakt mit dem frischen Beton vermeidest. Die Hände unbedingt gleich nach dem Arbeiten waschen und wieder eincremen oder beim Arbeiten Handschuhe benutzen.

Augenschutz: Zementstaub oder Betonspritzer im Auge lassen sich durch das Tragen einer Schutzbrille vermeiden. **Da es bei unserem Experiment durch sorgsamem und vorsichtigem Umgang aber zu keiner großen Staubeentwicklung und keinem Spritzen von Beton kommt, brauchst du keine Schutzbrille. Du solltest trotzdem vorsichtig arbeiten.**

Fußschutz: Auf Baustellen werden Sicherheitstiefel verwendet. Diese sind wichtig, um direkten Hautkontakt mit Frischbeton oder Verletzungen durch Scherben oder Nägel zu verhindern. **Da wir unser Experiment aber in der Schule und nicht auf einer Baustelle durchführen, können wir darauf verzichten.**

Kopfschutz: Natürlich müssen im Zementwerk und auf Baustellen auch Sicherheitshelme getragen werden. In der Schule besteht dafür allerdings keine Notwendigkeit.

Tipps für Praktiker:

Ablaufdatum: Beim Kauf von Zement solltest du auf das Ablaufdatum achten. Um Zement hautfreundlicher zu machen, ist ein Chromat-Reduktionsmittel beigemischt. Dieses Mittel ist allerdings nur begrenzte Zeit wirksam. Das Ablaufdatum findest du auf jedem Zementsack.

Wetter: Das Wetter ist für unser Experiment nicht so wichtig, da wir ja nicht im Freien arbeiten. Bei Kälte (unter 5 °C) härtet Beton langsamer aus. Wenn frischer Beton gefriert, wird sein Gefüge durch das Eis zerstört, der Beton hat dann keine Festigkeit.

Materialliste

- 1 5-Liter-Kunststoffeimer (Behälter, in dem der Frischbeton hergestellt wird)
- 1 Kelle (zum Abmischen des Frischbetons)
- 1 Schleifpapier (zum Abschleifen der Betonfertigteile)
- 1 Hautschutzcreme (zum Schutz der Haut vor Zement und Frischbeton)
- 700 g Zement
- 1.350 g Sand
- 3 Kunststoff-Trinkbecher (Innenschalung, Messbecher für Wasser)
- 2 gebrauchte 1- oder 1,5-Liter-PET-Flaschen mit ca. 9 cm Durchmesser
- 1 Cutter (bzw. scharfes Messer)
- 200 ml warmes Wasser (ca. 40 °C)

Herstellung eines Bleistiftköchers und eines Briefbeschwerers aus Beton (je 2 Stück)



Herstellung der Schalung für den Bleistiftköcher:

Außenform: Schneide eine gebrauchte PET-Flasche in 11 cm Höhe mit einem Cutter ab. Markiere diesen abgeschnittenen Unterteil in einer Höhe von 7 cm mit einem Farbstift.

Innenform: gebrauchter Trinkbecher (z.B. Kaffeebecher), mit Sand bis ca. 1 cm unter dem Rand anfüllen – ca. 300g



Herstellung des Frischbetons:

Zement (350 g) gemeinsam mit dem verbleibenden Sand (ca. 1.050 g) in den 5-Liter-Kunststoffkübel geben und mit der Kelle gut durchmischen. Anschließend warmes Wasser (200 ml = randvoller Kaffeebecher) beimengen und nochmals sorgfältig durchmischen, bis keine Zementklümpchen mehr erkennbar sind und der Frischbeton zu einer gleichmäßigen plastischen Masse geworden ist (ca. zwei Minuten).



Herstellung des Bleistiftköchers:

Frischbeton schichtweise (ca. 2 cm) in den unteren Teil der abgeschnittenen PET-Flasche füllen und nach jeder Schicht durch leichtes Stoßen auf der Tischplatte verdichten, bis keine Luftblasen mehr aufsteigen, danach nächste Schicht einfüllen und den Vorgang wiederholen, letzte Schicht bis zur Markierung einbringen und abermals verdichten.



Anschließend den mit Sand befüllten Kunststoffbecher langsam und unter leichtem Stoßen auf der Tischplatte mittig in den Frischbeton hineindrücken, bis der Trinkbecher noch ca. 2 cm aus dem Frischbeton ragt. Danach den Frischbeton nochmals, wie oben beschrieben, verdichten und dabei darauf achten, dass sich der Trinkbecher möglichst senkrecht und genau in der Mitte der PET-Flasche befindet.



Nach Abschluss der Arbeit muss der Beton vor dem Austrocknen geschützt werden. Lege dazu ein feuchtes Tuch oder Papier über den Betonkörper und stülpe darüber den leeren Sand-Kunststoffbeutel und lass den Betonkörper mindestens 3 Tage lang bei Raumtemperatur aushärten.



Herstellung des Briefbeschwerers:

Frischbeton schichtweise (ca. 2 cm) in den oberen Teil der abgeschnittenen PET-Flasche (mit geschlossenem Drehverschluss nach unten) füllen und, wie oben beschrieben, verdichten, bis der gesamte Frischbeton verbraucht ist.

Nach Abschluss der Arbeit die Öffnung mit einem feuchten Tuch oder Papier verschließen und den Betonkörper mindestens 3 Tage lang bei Raumtemperatur aushärten lassen.

Ausschalen des Bleistiftköchers:

Zuerst den Sand aus dem Trinkbecher leeren, Becher zerdrücken und herauslösen. Schneide die PET-Flasche oberhalb des Betons mit dem Cutter schräg ein und zieh die PET-Flasche vom Beton vorsichtig nach unten. Analog dazu auch den Briefbeschwerer ausschalen. Bleistiftköcher mit der Öffnung und Briefbeschwerer mit der Standfläche auf grobem Schleifpapier mit sanften Drehbewegungen anschleifen und anschließend die Kanten mit dem Schleifpapier abrunden. Fertig sind die Betonfertigteile. Zur Schonung von Oberflächen kannst du die Standfläche des Briefbeschwerers mit einem geeigneten Belag (z.B. Filz) bekleben. Nun bist du schon geübt und kannst eine zweite Serie anfertigen oder andere attraktive Betonfertigteile deiner Wahl herstellen.



Wie du selbst gesehen hast, ist es möglich, aus Zement bzw. Beton in Verbindung mit einer leeren PET-Flasche schöne und praktische Gegenstände herzustellen. Da Beton eine Vielzahl unterschiedlicher Anwendungsmöglichkeiten bietet, ist er bei Architektinnen und Architekten ein beliebter Baustoff. So können diese ihren Ideen beim Bauen mit Beton freien Lauf lassen.



Wie alles begann ...

Das Kirchdorfer Zementwerk

Die Geschichte des Kirchdorfer Zementwerks beginnt bereits zehn Jahre vor der eigentlichen Inbetriebnahme. Nachdem im Jahr 1878 die „Kremsthalbahngesellschaft“ gegründet worden war, erweiterten die beiden Gründer Emil von Dierzer und Adolf Hofmann auf Drängen der Kirchdorfer Bevölkerung die Bahnlinie von Linz über Kremsmünster bis nach Obermicheldorf. Rund um Kirchdorf gab es reiche Mergel-, Kalk- und Tonvorkommen, die damals schon abgebaut wurden. Per Bahn wurden sie in das neu gegründete „Portland-Cementwerk Kirchdorf Hofmann & Comp.“ transportiert und zu Zement verarbeitet.

Das Schretter & Cie Werk in Vils

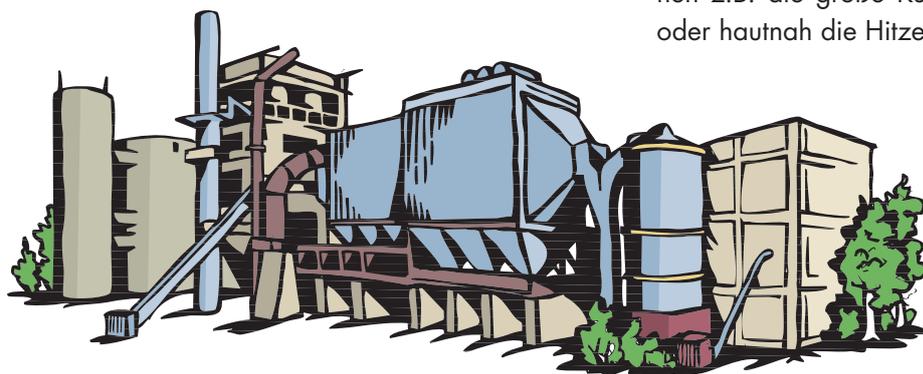
Das Werk war ursprünglich eine Ziegelei. Im Jahr 1904 wurde mit der Herstellung von Zement begonnen. Mehrere Steinbrüche dienen seither als Rohstofflieferanten. Zur Beförderung der Rohstoffe gab es seit dem Jahr 1909 eine Seilbahnanlage. Auf einem Holzbalken in einer Umlenkstation der Seilbahn gibt es eine Inschrift des damaligen Mitarbeiters Leo Keller: „Am 16. Jänner 1909 um 1 Uhr mittags ist die Seilbahn das erstmalig gelaufen.“ Dieses umweltfreundliche Transportmittel bedeutet eine große Verkehrsentlastung (ca. 20 Seilbahnwagen entsprechen einer LKW-Fuhre). Sie ist auch sehr energieeffizient: Während volle Wagen ca. 2,2 km bergab ins Werk laufen, ziehen sie dabei die leeren mit kaum zusätzlicher Energie bergauf.

Das Zementwerk Leube

Die Firma Leube wurde 1838 in Ulm (D) gegründet. Es ist das älteste bestehende Zementwerksunternehmen der Welt. 1864 wurde in St. Leonhard/Gartenau bei Salzburg die ebenfalls seit Mitte des 19. Jahrhundert bestehende Zementfertigung samt Mergelsteinbrüchen übernommen. Seither wurde es zu einem modernen und energieeffizienten Werk ausgebaut. Die Produktionsanlage verfügt über einen 100 Meter hohen Wärmetauscher, wo das Rohmehl auf 1.100 °C vorgewärmt wird. Die Höhe des Turmes sorgt dafür, dass die Abwärme aus dem Drehofen nicht nur für die Vorwärmung des Rohgesteins optimal genutzt wird, sondern auch schädliche Abgase reduziert werden. Durch die bessere Nutzung der Abwärme wird so viel Energie eingespart wie 2.500 Einfamilienhäuser pro Jahr benötigen. Das Zementwerk in St. Leonhard ist eines der modernsten und saubersten der Welt. Die bereits gefilterte Abluft des Drehrohrofens strömt durch eine hochmoderne Anlage, wo sie ein zweites Mal gereinigt wird. Das reduziert den Schadstoffausstoß enorm. Die Messstellen in der Umgebung weisen Werte eines Luftkurorts auf.

Lafarge Zementwerk Retznei

Der Betrieb wurde 1908 als „Ehrenhausener Portlandzement GmbH“ gegründet. 1910 wurde das Unternehmen von den Perlmöoser Zementwerken AG übernommen. Retznei war eines der ersten Werke, das ab Frühjahr 1981 Altreifen als Ersatzbrennstoff umweltfreundlich entsorgte. Beim 100-jährigen Ofen-Jubiläum im Jahr 2010 wurde eine einzigartige „Erlebniswelt“ im Werk eröffnet: Besucher können z.B. die große Kugelmühle im Einsatz sehen oder hautnah die Hitze des Drehrohrofens spüren.





Zeige, was du kannst!

Die folgenden Aufgaben fassen noch einmal zusammen, was du im Laufe dieses Heftes gelernt hast. Sie helfen dir dadurch, dein Wissen zu überprüfen:

1. „Ein Dach über dem Kopf“:

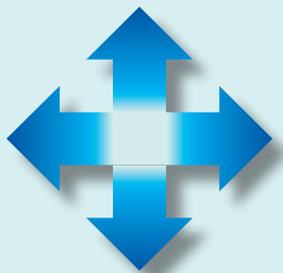
Welche Baustoffe werden bzw. wurden vor
 → 4.000 Jahren
 → 1.000 Jahren
 → heute
 vorwiegend verwendet?

Vervollständige die Tabelle:

vor 4.000 Jahren	vor 1.000 Jahren	heute

2. Wo wird Zement eingesetzt?

Finde zehn Wörter aus diesem Kapitel:



S	V	N	R	E	U	A	M	A
L	E	S	T	I	E	G	E	N
E	R	B	O	O	T	E	R	O
N	K	E	L	U	H	C	S	T
N	E	G	A	R	A	G	E	E
U	H	L	M	R	U	O	M	B
T	R	O	P	S	S	M	A	L

3. Arbeitsbedingungen damals und heute:

Du hast sicher noch die Geschichte des Arbeiters aus dem 19. Jahrhundert im Gedächtnis. Seit damals hat sich einiges verändert. Wie gut kennst du dich in der heutigen Arbeitswelt aus?

a) Die Normalarbeitszeit in Österreich beträgt 8 Stunden pro Tag und 40 Stunden in der Woche.

richtig falsch

b) Während desurlaubes erhalten die Angestellten weniger Geld, weil sie ja nicht arbeiten.

richtig falsch

c) Unter gewissen Umständen (z.B. wenn in einem Industriebetrieb viel zu tun ist) ist es auch Jugendlichen ab 11 Jahren erlaubt, zu arbeiten und damit Geld zu verdienen.

richtig falsch

d) Nach zwei Wochen Krankenstand steht den Angestellten nur mehr die Hälfte des Lohnes zu.

richtig falsch



4. Sicherheit zuerst!

Erinnerst du dich, dass es für jedes Zementwerk sehr wichtig ist, dass auf die Sicherheit im Betrieb geachtet wird? Dann fällt es dir sicher nicht schwer, den Text mit folgenden Wörtern zu vervollständigen:

Unfälle

Feuerwehr

Polizei

Rettung

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Notfallübungen

Sicherheitsbestimmungen

Die im Zementwerk müssen sich immer an die halten. So können viele im Vorfeld vermieden werden. Um vorbereitet zu sein, wenn trotzdem etwas passiert, werden zusätzlich durchgeführt. Bei großen Übungen nehmen auch , und teil.

5. Wie entsteht Zement?

Hier sind einige Buchstaben durcheinander geraten. Kannst du Ordnung in das Chaos bringen?

Die wichtigsten Rohstoffe für Zement sind , (KELISANKT, LEGERM). Diese werden zu (LOHREHM) verarbeitet. Anschließend wird es im (ÄREMWATURESCH) erhitzt und im (REHOHRDREFNO) zu (METNEZRIKLENK) gebrannt. Die entstehende Abwärme wird zum (RONTKENC) des Rohmaterials und zur Herstellung von Heißwasser für das (NERFZEIHRAKFTREKW) genutzt. Der kugelförmige Klinker kommt nun in eine (LUGEKEHLÜM), in der er mit Hilfe von Stahlkugeln zu feinem Zement gemahlen wird.

Drehrohrofen: Brennofen für die Herstellung von Zementklinker. Der Drehrohrofen besteht aus einem großen, leicht geneigten, mit feuerfesten Steinen ausgekleideten Stahlrohr, das um die eigene Achse gedreht wird. Am tiefer liegenden Ende ragt eine Brennerlanze in den Ofen, durch welche feine Brennstoffe eingedüst werden. Das heiße Rohmehl gelangt nach dem Wärmetauscher mit einer Temperatur von ca. 850 °C an der höher gelegenen Seite in den Drehrohrofen und wandert durch die Neigung und die Drehbewegung langsam der heißen Flamme entgegen. Bei ca. 1.450 °C schmilzt rd. 1/4 des Rohmeihls, wobei die neuen chemischen Verbindungen des Zementklinkers entstehen.

Eingefärbter Beton: Durch Zugabe von Farbpulver bei der Betonherstellung kann Beton eingefärbt werden, so dass er durchgängig denselben Farbton aufweist (Verwendung im Außenbereich). Im Innenbereich begnügt man sich im Allgemeinen mit dem Aufbringen eines Farbanstrichs.

Ersatzbrennstoffe: Ersatzbrennstoffe sind Brennstoffe, welche vorwiegend aus ausgewählten Abfällen gewonnen werden und als Ersatz von fossilen Brennstoffen (z.B. Erdgas und Steinkohle) dienen. In den meisten Zementwerken werden ca. 80 Prozent der für die Klinkerherzeugung erforderlichen Steinkohle durch Ersatzbrennstoffe (z.B. Kunststoffschnittel) ersetzt (substituiert).

Ersatzrohstoffe: Ersatzrohstoffe sind Rohstoffe, welche vorwiegend aus ausgewählten Abfällen gewonnen werden und als Ersatz der natürlichen Rohstoffe (Kalkstein und Mergel) dienen. Der Anteil an Ersatzrohstoffen (z.B. Ziegelsplitt von abgerissenen Bauwerken, Flugasche von Heizkraftwerken) beträgt bereits über 10 %.

Homogenisiersilo: Großes Silo mit einem luftdurchlässigen Boden zur Vergleichmäßigung des Rohmeihls. Durch Einblasen von Pressluft wird der darin befindliche Rohmehlinhalt durchlüftet, in Bewegung versetzt und dadurch gleichmäßig durchmischt.

Hochofenschlacke: Ist ein Nebenprodukt der Roheisenerzeugung. Während das flüssige Roheisen zur Weiterverarbeitung von Stahl dient, wird die flüssige Schlacke aus dem Hochofen abgezogen und in einer Rinne mit viel Wasser rasch gekühlt. Dabei zerspringt die flüssige Schlacke in feine sandförmige Körnchen. Die sogenannte granulierten Hochofenschlacke (auch Hüttensand genannt) kann für bestimmte Zementsorten als Zumahlstoff gemeinsam mit dem Klinker zu Zement vermahlen werden.

Kalkstein: Kalkstein ist ein in der Natur vorkommender Rohstoff, der unter anderem für die Zementerzeugung verwendet wird. Auch Mörtel, Putz und Anstriche beinhalten häufig Kalk.

Kommunalsteuer: Steuer, die das Unternehmen monatlich pro Mitarbeiter an die Gemeinde zahlen muss.

Klinkerkühler: Treppenförmiger Kühler, welcher dem Drehrohrofen nachgeschaltet ist und den heißen Klinker unmittelbar nach Verlassen des Drehrohrofens per Luft kühlt. Die dabei entstehende Heißluft wird sowohl im Drehrohrofen als Verbrennungsluft als auch in der Wärmerückgewinnungsanlage zur Erzeugung von Heißwasser genutzt.

Kugelmühle: Große Stahltrommel, die mit einer verschleißfesten Panzerung ausgekleidet und bis zu einem Drittel mit Stahlkugeln zwischen 2 und 8 cm Durchmesser gefüllt ist. Durch das Drehen der Kugelmühle zer schlagen und zerreiben die Mahlkugeln die Zementbestandteile (Zementklinker und Zumahlstoffe). Ein Sieb führt die noch zu groben Bestandteile in die Mühle zurück und scheidet den feinen fertigen Zement ab.

Mergel: Mergelstein ist ein in der Natur vorkommendes Sedimentgestein und besteht je etwa zur Hälfte aus Ton und Kalk.

Rohmehl: Feines Gesteinsmehl aus Kalkstein, Mergel und anderen ausgewählten Roh- und Ersatzrohstoffen, welches in der Mahltrocknungsanlage in einem Arbeitsgang getrocknet und gemahlen wird.

Rohstoff: Ausgangsstoff für ein Produkt.

Sintern: Unter Sintern versteht man die Verfestigung kristalliner, körniger oder pulvriger Stoffe bei entsprechender Erwärmung, wobei ein bestimmter Anteil aufgeschmolzen wird.

Tuchfilter: Technische Vorrichtung zur Entstaubung von Abgas und Abluft, wobei der staubhaltige Gasstrom durch Filtertücher gesogen wird, welche den Staub auffangen. Der abgeschiedene Staub wird anschließend in den Prozess zurückgeführt.

Wärmetauscher: Anlage zur Vorwärmung von Zementrohmehl auf ca. 850 °C, wobei ein Teil des im Rohmehl gebundenen CO₂-Anteils entweicht.

Zementklinker: Portlandzementklinker bzw. Klinker ist der gebrannte Bestandteil des Zements, der für die Aushärtung unter Beimengung von Wasser zuständig ist.

Zumahlstoffe: Zumahlstoffe werden gemeinsam mit dem Klinker zu Zement gemahlen und dienen zur gezielten Steuerung bestimmter Zementeigenschaften.



 **beton**[®]

INSTITUT
RETZL