

A process-integrated method for calcining clays

In the long term, additional contributions to resource conservation and climate protection will be required from the cement industry. Therefore, the industry needs to develop new technologies and utilise new potentials for energy and material efficiency. The goal of these measures must be the further use of alternative raw materials and fuels, the reduction of CO₂ emissions and the efficient use of clinker in cement.

The use of calcined clays as a main component of cement or as an additive to concrete is becoming increasingly important and of interest from an economic and ecological point of view. Standards such as the European Cement Standard EN 197 already today provide for the use of calcined clays (as natural tempered pozzolan) as a main component of cement.

New VDZ process

Depending on their chemical and mineralogical composition, the clays used must in principle be heated to temperatures of over 600°C in order to achieve their pozzolanic potential. In the case of the new VDZ process presented here, the respective clay is calcined in a kiln plant consisting of a reactor and one or more cyclones. The hot gas required for the calcination process of clay is taken from the kiln hood of the clinker burning process and fed to the reactor. By using hot air from the clinker burning process, additional fuel for tempering the clays can be largely reduced. Fuel is only required to regulate the appropriate temperature in the reactor. The waste gas from the grinding/drying process is fed into the kiln inlet of the clinker process to remove any undesirable gaseous compounds.

Since clays can have very high moisture contents, it is to be expected that they must first be ground/dried in grinding/drying plants. To calcine the clays (suspended gas) in the kiln system, it would be ideal if the material containing the dried clay was fed in a finely ground state.

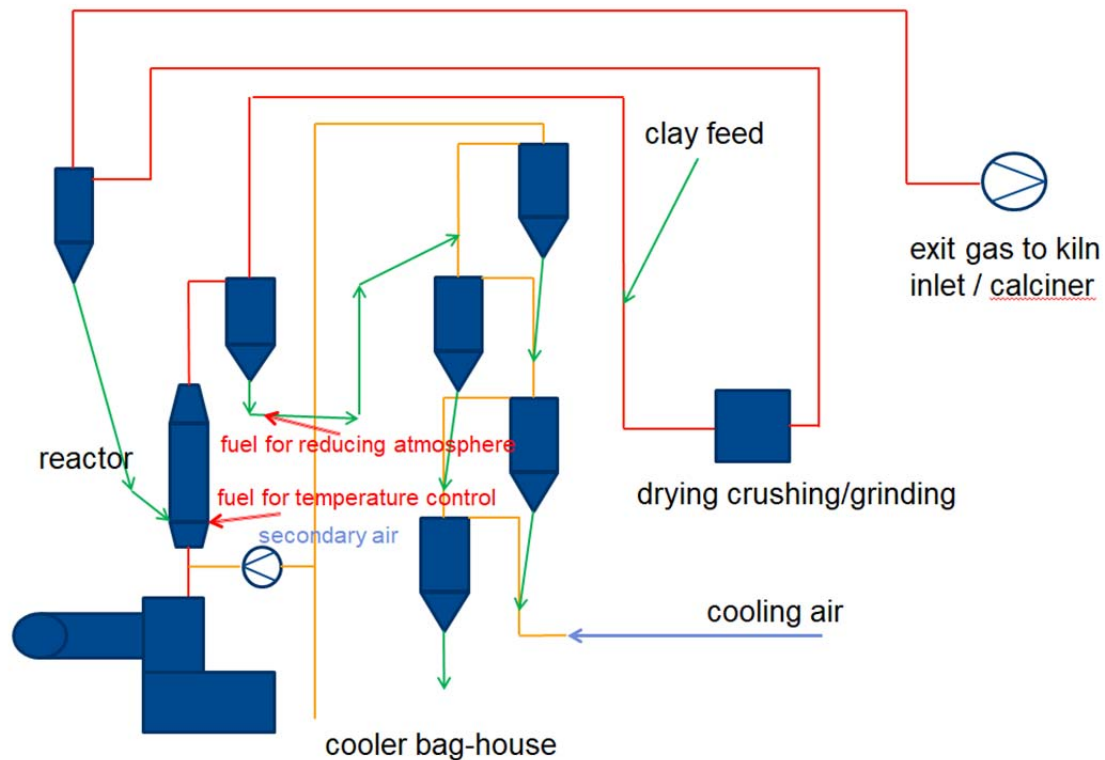


Figure: Example of a 1-stage kiln plant for calcining clays with 4-stage clay cooler.

In the required grinding/drying plants, grain sizes of 0-2 mm are produced. This material is separated in a dust cyclone and fed to the reactor, which draws most of the process heat from the kiln hood of the clinker burning process or from another location of the clinker cooler. Ideally, no melt should be produced, as this could lead to build-up in the reactor and the downstream cyclone.

In the next step, the aim is for the calcined clay material to leave the kiln system for the calcination of the clays in a meal-like form again. In this case, cyclones connected in series could also take over the cooling of the material and at the same time preheat the primary air for a control burner accordingly. If necessary due to the material, a reduction stage can be connected downstream of the 1st cyclone after the reactor (on the material discharge side).

Test plant

The moist clayey material is fed into a heated grinding/crushing unit. In this grinding unit, the material is dried and ground at the same time. The material is then discharged from the mill in a gas stream. It can be fed to a cyclone heat exchanger consisting of several cyclones or directly to the reactor after the separation cyclone. In this reactor, the clays are thermally converted into meta-clays. The residence time to convert the clays is defined by the length of the reactor. After the reactor or the separation cyclone, the meta-clays enter the cooling circuit. Here, the meta-clays are cooled over a series of cyclone stages. At the same time, the cooling air/process air is supplied and heated in counterflow.

Target

As part of its efforts to decarbonise cement and concrete, the cement industry is reducing the clinker content in cement (reducing the clinker factor) by using different main cement constituents. In addition to the use of limestone, the use of latent-hydraulic and pozzolanic main cement constituents is essential for this. As an example, the use of calcined clays as a main component of cement is already standardised (DIN EN 197) and will become increasingly important in the coming years. The aim of the new VDZ process is the energy-efficient use of exhaust air emerging from the clinker burning process for the tempering of clays. Compared to other tempering processes, the VDZ process enables a significant CO₂ reduction.

Ein prozessintegriertes Verfahren zur Calciniierung von Tonen

Langfristig werden zusätzliche Beiträge von der Zementindustrie zur Ressourcenschonung und zum Klimaschutz gefordert. Deshalb benötigt man in der Zementindustrie eine Weiterentwicklung von Technologien und die Erschließung neuer Potentiale der Energie- und Materialeffizienz. Der weitere Einsatz von alternativen Roh- und Brennstoffen, die Minimierung von CO₂-Emissionen und der effiziente Einsatz von Klinker in Zement und Beton müssen das Ziel dieser Maßnahmen sein.

Die Nutzung calcinierter Tone als Zementhauptbestandteil oder auch als Betonzusatzstoff wird unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten immer wichtiger und interessanter. Bereits heute sehen Normen wie die europäische Zementnorm EN 197 den Einsatz calcinierter Tone als natürliches getempertes Puzzolan als Zementhauptbestandteil vor.

Neues VDZ-Verfahren

Prinzipiell müssen die zum Einsatz kommenden Tone je nach chemisch-mineralogischer Zusammensetzung auf Temperaturen von über 600 °C erhitzt werden, um ihr puzzolantisches Potential zu erlangen. Bei dem hier vorgestellten neuen VDZ-Verfahren wird der jeweilige Ton in einer Ofenanlage, bestehend aus einem Reaktor und einem oder mehreren Zyklonen, calciniert. Das hierfür nötige Heißgas wird dem Ofenkopf des Klinkerbrennprozesses entnommen und dem Reaktor zugeführt. Durch Verwendung von Heißluft aus dem Klinkerbrennprozess kann weitgehend auf zusätzlichen Brennstoff zur Temperung der Tone verzichtet werden. Nur für die Ausregelung der geeigneten Temperatur im Reaktor muss Brennstoff eingesetzt werden. Das Abgas aus der Mahltrocknung wird zur Beseitigung etwaiger unerwünschter gasförmiger Verbindungen dem Ofeneinlauf des Klinkerprozesses zugeführt.

Da Tone sehr hohe Feuchtegehalte haben können, ist zu erwarten, dass diese zuvor in Mahltrocknungsanlagen gemahlen/getrocknet werden müssen. Für die Ofenanlage zur Calciniierung der Tone (Schwebegas) wäre es ideal, wenn das getrocknete tonhaltige Material in gemahlener Form aufgegeben wird.

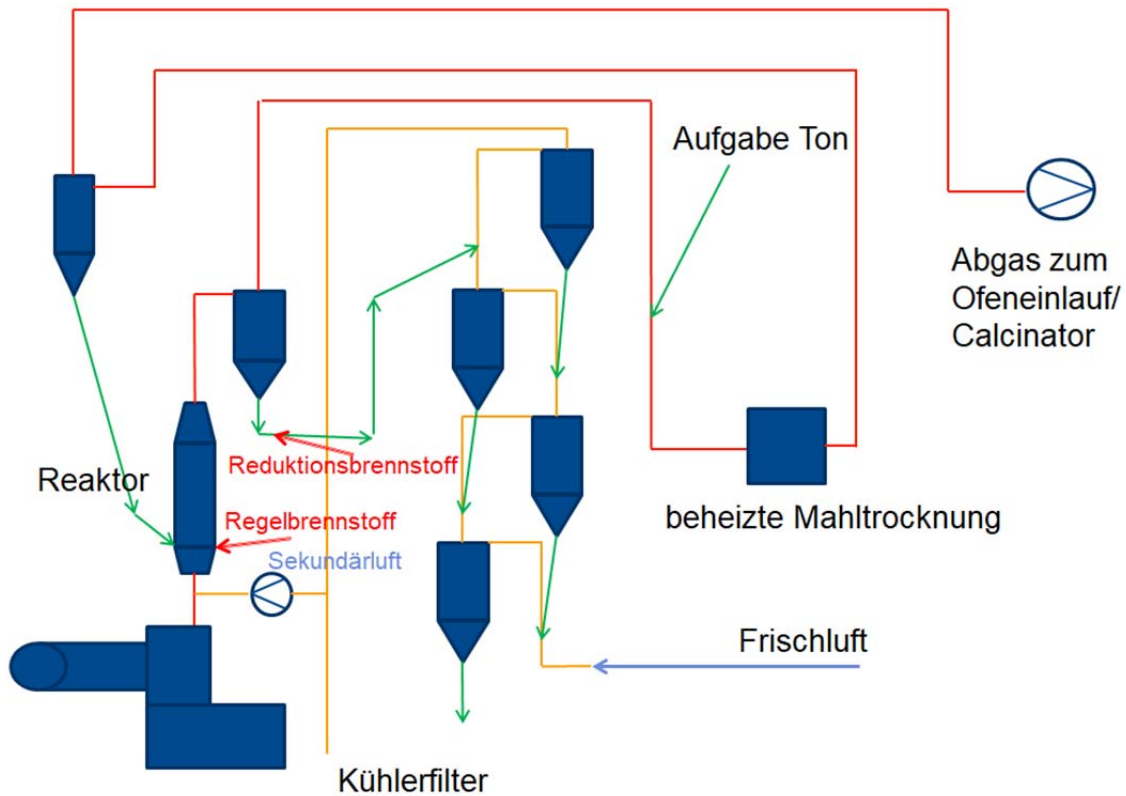


Abbildung: Beispiel einer 1-stufigen Ofenanlage zur Calciniierung von Tonen mit 4-stufigem Tonkühler

In den benötigten Mahltrocknungsanlagen werden Korngrößen von 0-2 mm erzeugt. Dieses Material wird in einem Staubzyklon abgeschieden und dem Reaktor aufgegeben, der den größten Teil der Prozesswärme vom Ofenkopf des Klinkerbrennprozesses oder von einer anderen Stelle eines Klinkerkühlers bezieht. Idealerweise soll keine Schmelze entstehen, da diese zu Ansatzbildung im Reaktor und dem nachgeschalteten Zyklon führen könnte.

Im nächsten Schritt ist es das Ziel, dass das calcinierte tonige Material das Ofensystem für die Calciniierung der Tone wieder mehlförmig verlassen kann. In diesem Fall könnten hintereinander geschaltete Zyclone auch die Kühlung des Materials übernehmen und gleichzeitig die Primärluft für einen Regelbrenner entsprechend vorwärmen. Falls materialbedingt nötig, kann dem 1. Zyklon nach dem Reaktor (materialaustragsseitig) eine Reduktionsstufe nachgeschaltet werden.

Versuchsanlage

Das feuchte tonige Material wird einem beheizten Mahl-/Zerkleinerungsaggregat aufgegeben. In diesem Mahlaggregat wird das Material getrocknet und gleichzeitig gemahlen. Das Material wird dann im Gasstrom aus der Mühle ausgetragen. Es kann einem Zyklon-Wärmetauscher bestehend aus mehreren Zyklonen aufgegeben werden, oder nach dem Abscheidezyklon dem Reaktor direkt aufgegeben werden. In diesem Reaktor werden die Tone thermisch in Meta-Tone umgewandelt. Die Verweilzeit der sich umbildenden Tone ist über die Länge des Reaktors definiert. Nach dem Reaktor bzw. dem Abscheidezyklon gelangen die Meta-Tone in den Kühlkreislauf. Hier werden die Meta-Tone über einer Reihe von Zyklonstufen abgekühlt. Gleichzeitig wird die im Gegenstrom zugeführte Kühlluft/Prozessluft erwärmt.

Ziel

Die Zementindustrie verringert im Rahmen ihrer Anstrengungen zur Dekarbonisierung von Zement und Beton den Klinkergehalt im Zement (Verringerung des Klinkerfaktors) durch den Einsatz unterschiedlicher Zementhauptbestandteile. Hierfür ist neben dem Einsatz von Kalkstein vor allem der Einsatz latent-hydraulischer und puzzolanischer Zementhauptbestandteile unerlässlich. Die Nutzung calcinierter Tone als Zementhauptbestandteil ist zum Beispiel nach DIN EN 197 bereits genormt und wird in den kommenden Jahren stark an Bedeutung gewinnen. Ziel des neuen VDZ-Verfahrens ist die energieeffiziente Verwendung von Abluft aus dem Klinkerbrennprozess für die Temperung von Tonen, die damit einen Beitrag für eine signifikante CO₂-Minderung im Vergleich zu anderen Verfahren der Temperung ermöglicht.