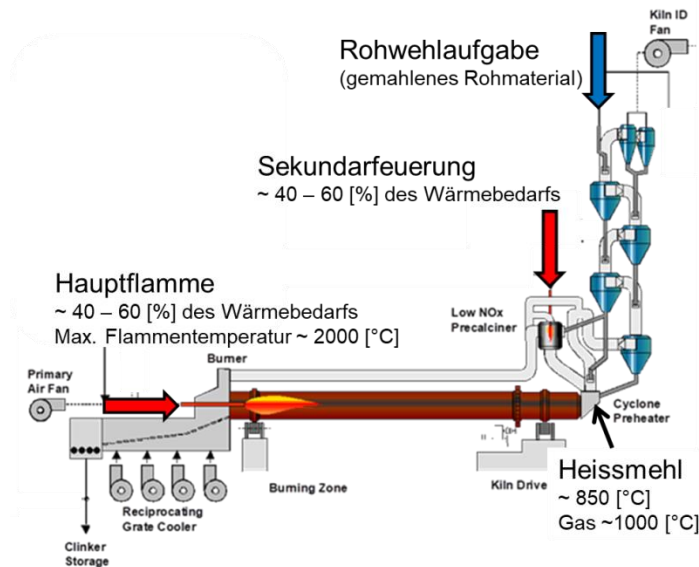


Wieso entsteht Benzol in Zementwerken?

Josef Waltisberg



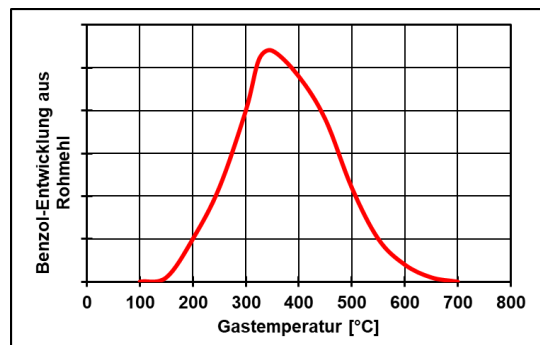
Das gemahlene Rohmaterial (Rohmehl) wird dem Wärmetauscher zugeführt und wird von Umgebungstemperatur auf etwa 850 [°C] aufgeheizt bevor es dann in den Drehofen gelangt.

Ein Teil der im Wärmetauscher (4 bis 6 Zyklonstufen) benötigten Wärme wird durch eine Sekundärfeuerung erzeugt. Diese kann aus einer speziellen Brennkammer (Kalzinator) bestehen oder Brennstoffe (z.B. Reifen) können direkt, ohne Kammer, in den Drehteil aufgegeben werden.

In der Hauptflamme wird der Rest der benötigten Wärmeenergie erzeugt, wobei für die Sinterung des Heissmehls

zum Zementklinker eine Materialtemperatur von 1450 [°C] und eine maximale Flammentemperatur von etwa 2000 [°C] benötigt wird. Für eine genügende Klinkerqualität muss zudem in der Sinterzone (Bereich der Flamme) ein Sauerstoffüberschuss vorhanden sein.

Rohmehl: Die natürlichen Bestandteilen (Kalkstein, Mergel, ...) des Rohmehls besitzen auch organische Verbindungen, die aus pflanzlichem und tierischen Ursprungs stammen und vor einigen Millionen Jahren in diesen eingelagert wurden. Wenn nun das Rohmehl im Wärmetauscher aufgeheizt wird, dann werden diese Verbindungen ausgetrieben, wobei ein „Cracken“ (spalten) der Verbindungen stattfindet. Das heisst im Rohmehl kann man zum Beispiel kein Benzol nachweisen. Es entwickelt sich erst beim Aufheizen des Materials. Im Bild dargestellt ist eine Benzolentwicklung eines Rohmehls.

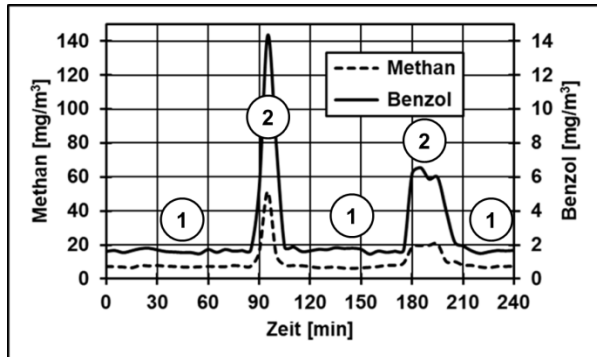


Im Gebiet des Schweizer Juras sind Benzolemissionen aus den natürlichen Rohmaterialien im Bereich von etwa 2.0 bis 3.5 [mg/m³_N] (Normbedingungen, trockenes Abgas, Referenzsauerstoff: 10 [%]) zu erwarten. Das heisst, ein Werk mit einer Produktion von 800'000 Tonnen Klinker pro Jahr emittiert aus dem Rohmaterial zwischen 3.5 und 6.2 Tonnen Benzol.

Kritisch sind auch die sogenannten „alternativen“ Rohmaterialkomponenten, wie etwa kontaminiertes Erdreich, Strassenwischgut, Giessereisande, etc. Aus diesen Materialien können sich Benzol und andere gefährliche Komponenten entwickeln. In den 90er Jahren wurde in der

Schweiz Strassensammelgut untersucht. Mit normalen Analysen konnte kein Benzol gemessen werden, nur mit dem vom Autor entwickelten speziellen Austreibungsversuch. Eine Beimischung des Strassensammelguts zum normalen Rohmaterial bestätigte damals die mit dem Austreibungsversuch vorausgesagten Emissionen.

Sekundärfeuerung: In der Sekundärfeuerung existieren oft reduzierende Zonen, also Zonen mit zu wenig Sauerstoff. Nach diesen Zonen müssen dann die entstandenen organischen Verbindungen durch genügend Sauerstoff nachoxidiert werden. Ist diese Nachoxidation ungenügend, so gelangen kritische Verbindungen, wie etwa Benzol, mit dem Abgas in den oberen Teil des Wärmetauschers, wo keine Oxidation mehr stattfinden kann. Die Folge ist dann eine zusätzliche Emission am Kamin des Werkes.



Ein Beispiel sind ganze Reifen. Wird ein Reifen irgendwo draussen verbrannt, so entsteht ein „schwarzer Rauch“, da der Luftaustausch bei der Verbrennung ungenügend ist und zu wenig Luft zum verbrennenden Reifen kommt. Dieser „schwarze Rauch“ sind also „unverbrannte“ Feststoffe und (organische) Gase des Reifens. Im Zementofen ist das recht ähnlich. Lokal verbrennt der Reifen auch unter Luftmangel und es entstehen auch „unverbrannte“ organische

Komponenten wie etwa Benzol und Methan. Diese werden aber nachträglich im Wärmetauscher nachoxidiert also nachverbrannt. Wenn nun die Sekundärfeuerung „überfüttert“ wird, das heisst zu viele Reifen aufgegeben werden, kann diese Nachoxidation nicht mehr oder nur ungenügend stattfinden und es entsteht eine zusätzliche Emission von Benzol und anderen organischen Verbindungen.

Im Bild ist ein „Überfütterungsversuch“ dargestellt. In den mit „1“ bezeichneten Phasen wurde nur Methan und Benzol gemessen, das aus dem Rohmehl stammte. Es war kein Anteil aus der Reifenverbrennung vorhanden. Die Verbrennung der Reifen war also vollständig. Dann wurden zusätzliche Reifen (Perioden „2“) aufgegeben und als Folge wurden vermehrt Benzol und andere organische Komponenten emittiert, z.B. Methan.

Im Gegensatz zur Verbrennung in der Hauptflamme kann man in der Sekundärverbrennung Fehler machen, ohne Einfluss auf die Klinkerqualität. Das ist wohl auch der Grund, dass die Sekundärverbrennung in vielen Zementwerken oft nur ungenügend überwacht wird. Die Folge sind dann organische Emissionen aus den Brennstoffen aller Art, also nicht nur aus Reifen..

Hauptflamme: In der Hauptflamme werden organische Verbindungen, infolge der hohen Temperatur und des Sauerstoffüberschusses vollständig oxidiert. Benzol wird aus dem Drehrohr nicht emittiert. Das haben Messungen in verschiedenen Werken im sogenannten Ofeneinlauf (Übergang zwischen Drehteil und Vorwärmer) bewiesen.