

Carsten Wünsche,  
Bernd Geismar  
CTB ceramic  
technology  
gmbh berlin  
E-Mail:  
mail@ctb-berlin.de  
www.ctb-berlin.de

# „TRUE BLUE“ – ein Synonym für den perfekten Brand

Eine neue Brennergeneration schließt eine Angebotslücke und verspricht hohe Energieeinsparpotentiale.

Der Brennprozess steht nach wie vor zu Recht im Fokus, wenn es um die Reduzierung von Ausschussquoten, um Qualitätsverbesserungen und insbesondere auch um Energieeinsparung in der Keramikfertigung geht. Nach jahrzehntelangen Anstrengungen und Fortschritten durch Anlagenbauer und Betreiber von Industrieofenanlagen muss man sich fragen, was man in diesem Bereich überhaupt noch tun kann und wo die Grenzen beim finanziellen und technischen Aufwand liegen.

## Wachsende Anforderungen an periodische Ofenanlagen

Zweifellos erfordert der Brennprozess in einem periodisch betriebenen Ofen andere Bewertungsmaßstäbe als der kontinuierliche Brennprozess, der normalerweise einen geringeren spezifischen Energieverbrauch aufweist. Für eine wachsende Zahl innovativer keramischer Produkte sind kontinuierliche Anlagen jedoch keine wirkliche Alternative. Hier sind Brennaggregate erforderlich, die das Ausbrennen von Bindemitteln in Temperaturbereichen von 20 – 300 °C ebenso sicher und reproduzierbar realisieren wie das anschließende Hochheizen mit unterschied-

lichsten Heizraten bis über 1600 °C. Von diesen Anlagen wird eine hohe Dynamik mit exakter Regelbarkeit unterschiedlichster Atmosphären sowie Heiz- und Kühlraten von 0 bis 1000 °C/h erwartet. Diesen Anforderungen kann man in einem periodisch betriebenen Ofen deutlich besser gerecht werden kann als in einem Durchlaufofen.

Es waren immer wieder geäußerte Kundenwünsche und unsere Erfahrungen mit handelsüblichen Brennern, die uns bewogen haben, neue multifunktionale Brennsysteme zu entwickeln, die den komplexen Anforderungen gerecht werden und außerdem die Energiebilanz periodischer Anlagen wesentlich verbessern.

## Wenn Diffusionsluft zum Energiefresser wird

Eine physikalische Tatsache ist, dass in der Aufheizphase eines Brennzyklus die Wärmeübertragung auf das Brenngut vorwiegend konvektiv erfolgt. Erst ab ca. 600 °C bekommt die Wärmeübertragung durch Strahlung den wichtigeren Stellenwert. Hohe Strömungsgeschwindigkeiten und gezielte Turbulenzen in der Ofenatmosphäre begünstigen daher die Wärmeübertragung auf das Brenngut erheblich und sorgen für eine

bessere Temperaturverteilung, insbesondere in der Aufheizphase.

## Stand der Technik

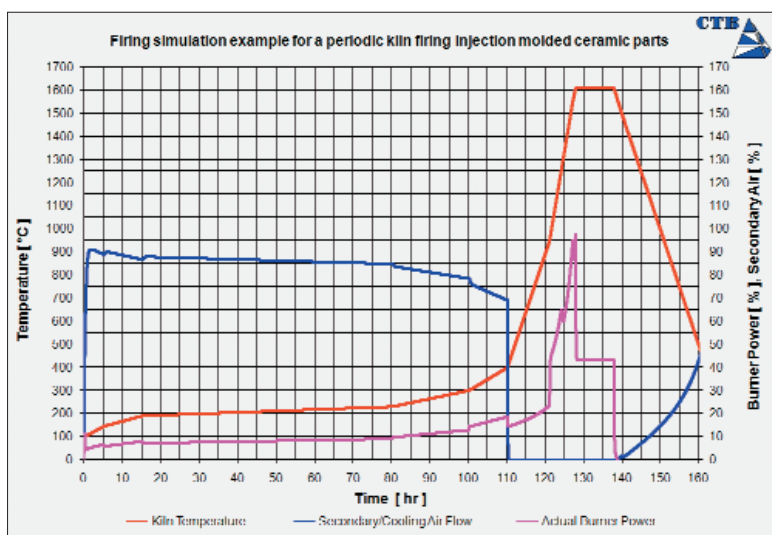
Bei periodisch betriebenen Öfen besteht das Problem, dass am Beginn des Brennzyklus ein sehr geringer Energiebedarf besteht, die Brenner selbst aber für die erforderliche Leistung bei maximaler Brenntemperatur oder aber maximalem Aufheizgradienten ausgelegt werden müssen. Bei kleiner Leistung ist die Austrittsgeschwindigkeit und das Volumen des Gas-Luft-Gemisches aber zu gering, um die erforderlichen Turbulenzen in der Ofenatmosphäre zu bilden.

Alle am Markt verfügbaren Brenner haben zudem im unteren Leistungsbereich ein sehr schlechtes Regelverhalten und einen geringen Wirkungsgrad. Allgemein ist die Brennerleistung regelbar im Bereich von 10 – 100 % der Nennleistung. Unterhalb von 10 % ergeben sich erhebliche Betriebsprobleme, die größer werden je geringer die Leistungsanforderung im Ofen ist, und zum Ausfall des Brenners führen können. Um diese Problematiken zu lösen, werden die Brenner bis ca. 600 °C mit überhöhter Leistung betrieben und die sich daraus ergebenden Folgen mit sogenannter Sekundär- oder auch Diffusionsluft kompensiert. Das hat seinen Preis:

Die Zusatzluft bewirkt zwar einen langsamen und definierten Temperaturanstieg und schützt Produkte und Brennhilfsmittel vor Überhitzung. Um darüber hinaus aber die Ofenatmosphäre für eine vernünftige Temperaturverteilung umzuwälzen, entspricht die dafür erforderliche Diffusionsluftmenge einem mehrfachen des für die Verbrennung stöchiometrisch notwendigen Luftbedarfs, aus heutiger Sicht eine unzeitgemäße Energieverschwendung.

Bild 1 verdeutlicht das Problem. Damit der Prozess temperaturtechnisch regelbar wird, müssen die Sekundärluftmengen nochmals um

**Bild 1**  
Für eine vorgegebene Brennkurve (rote Linie) liegt der Energiebedarf des Brenners in den ersten 80 Stunden des Brennzyklus deutlich unterhalb 10 %. Um die Regelbarkeit des Prozesses jedoch aufrechterhalten zu können, muss er mit dieser Leistung betrieben werden. Die hier gezeigte Sekundärluftmenge (blaue Linie) ist für den Temperaturausgleich als auch für die Ofenatmosphäre notwendig. Brenner, die den unteren Regelbereich nicht abdecken, sind für diesen Beispiel-Prozess nicht geeignet



ein Vielfaches erhöht werden. Dies kann nicht nur die Ofenatmosphäre negativ beeinflussen, sondern auch zu einem übermäßigen Wärmeübergang an das Produkt durch Konvektion und zu Rissbildung führen. Große Diffusionsluftmengen bewirken aber auch große Abgasmengen, die üblicherweise mit hohem energetischen Aufwand in thermischen oder katalytischen Nachverbrennungsanlagen neutralisiert werden müssen, damit Umweltvorschriften eingehalten werden.

## Resümee

Wenn konventionelle Brennersysteme nur mit einem extrem hohen Sekundärluftanteil betrieben werden können, sind sie – abgesehen von nicht optimalen Prozessbedingungen – auch aus energetischer Sicht eine völlig unbefriedigende Lösung für periodische Öfen.

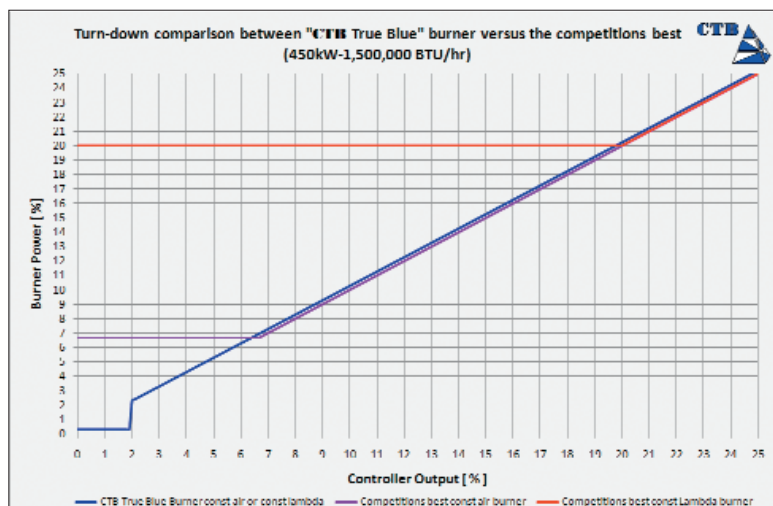
## Impulsbrenntechnologie – eine Option, aber nicht immer möglich

Eine brenntechnische Alternative, die ohne Sekundärluft auskommt, sind sogenannte Impulsbrenner. Das Gas-Luft-Verbrennungsgemisch tritt dabei mit hoher Geschwindigkeit impulsweise in den Ofenraum ein und kann so die erforderlichen Strömungsverhältnisse zur konvektiven Wärmeübertragung schaffen. Das Strömungsverhalten kann entweder durch fest einstellbare oder durch geregelte Impulsleistung beeinflusst und kontrolliert werden. Die notwendige Energiezufuhr zur Einhaltung der vorgegebenen Brennkurve wird in diesem Fall über die Impulsfrequenz und die Impulsdauer geregelt.

Für bestimmte brenntechnische Anforderungen, insbesondere aus der technischen Keramik, hat sich jedoch auch dieses Prinzip als nicht immer ausreichend erwiesen, da die maximal zulässigen Konzentrationen an brennbaren Stoffen in der Ofenatmosphäre (untere Explosionsgrenze) durch das Verdampfen oder Entbindern von organischen Zusätzen in der Ware schnell überschritten werden kann.

## „TRUE BLUE“ Brenner – „grenzenlos“ regeln und Potentiale nutzen

Mit der Entwicklung des neuen CTB Brenners lassen sich die oben aufge-



**Bild 2**  
Regelbarkeit eines TRUE BLUE Brenners im Vergleich zu den besten anderer Bauart

fürten Probleme in energetisch äußerst effizienter Weise lösen. Da diese Brenner auch unterhalb von 10 % der maximalen Nennleistung, die zur Ausbildung einer blauen rußfreien Flamme erforderliche Gas-Luft-Mischungsenergie bereitstellen, erweitert sich der Regelbereich auf 2 bis 100 % der Nennleistung bei konstantem Lambda und auf 0,7 bis 100 % Nennleistung bei konstanter Luftmenge. Eine Lücke auf dem internationalen Markt für Industriebrenner wurde geschlossen.

Bild 2 verdeutlicht den Unterschied in der Regelbarkeit eines "TRUE BLUE" Brenners im Vergleich mit den besten Brennern, die zur Zeit auf dem Markt für den keramischen Industrieofenbau zur Verfügung stehen.

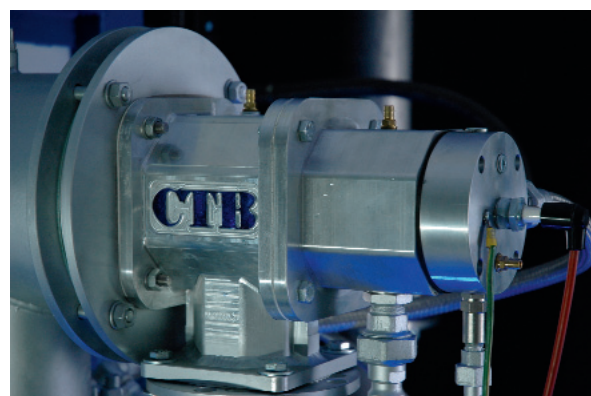
Der Name „TRUE BLUE“ für die neue Brennergeneration (Bild 3) wurde bewusst gewählt in Anlehnung an die blaue Farbe einer Gasflamme bei stöchiometrisch optimaler Verbrennung, wie in Bild 4 dargestellt.

## Konstruktive Details und Services

Bei den auf dem Markt üblichen Gasbrennern steht eine Vielzahl unterschiedlicher Typen und Leistungsklassen zur Verfügung. Der neue CTB Brenner deckt jedoch, durch sein einzigartiges Design (Bild 5 und Tabelle) mit drei Baugrößen sämtliche bekannten Anforderungen der keramischen Brenntechnik ab. Der grundsätzliche Brenneraufbau ist für alle drei Leistungsklassen identisch:

- (1) Pilotgehäuse mit integriertem Pilotbrenner
- (2) Gasgehäuse mit Brennzelle (flame cell)

- (3) Verbrennungsluftgehäuse für vorgewärmte Verbrennungsluft bis 350 °C
  - (4) Brennerdüse in unterschiedlichen Qualitäten je nach Ofentemperatur
  - (5) Sekundärluftgehäuse (optional).
  - (6) Sekundärluftbrennerdüse in unterschiedlichen Qualitäten je nach Ofentemperatur (optional).
- Die Bestimmung der entsprechenden Brennergröße erfolgt bei CTB standardmäßig mittels einer Simulationssoftware für einen vorgegebenen Brennzyklus. Dabei werden auch die erforderlichen Sekundärluftmengen zur optimalen Temperaturverteilung und zur Einhaltung der



**Bild 3** „TRUE BLUE“ Brenner in eingebautem Zustand



**Bild 4** „TRUE BLUE“ Brennerflamme

Brennergröße	Anwendung	Leistungsbereich kW ( BTU/hr)
1	Kontinuierliche Öfen, kleine periodische Öfen	15-100 ( 50.000 – 340.000 )
2	Mittelgroße periodisch betriebene Öfen	100-300 ( 340.000 – 1.000.000 )
3	Periodisch betriebene Großraumöfen	300-600 ( 1.000.000 – 2.000.000 )

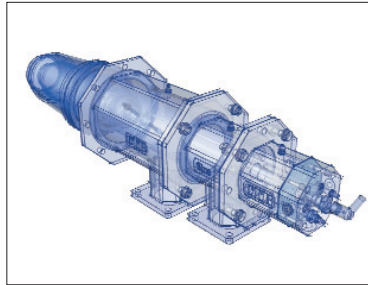
**Tab. 1**  
Verfügbare Brennergrößen

Bestimmungen zur Konzentrationen an brennbaren Stoffen in der Ofenatmosphäre gemäß der Europannorm EN1539 bzw. der amerikanischen Norm NFPA 86-2003 ermittelt. Über den Sekundärgasanschluss können jedoch auch sauerstoffarme Gase oder jedes beliebig andere Prozessgas zugeführt und mit dem Brennerstrahl vermischt werden. Dies kann zum Beispiel erforderlich sein, um eine Minimierung der Konzentration von brennbaren Stoffen in der Ofenatmosphäre bei gleichzeitiger Einhaltung der Sauerstoffkonzentration zu erreichen.

## Die optimale Lösung – „TRUE BLUE“ Brenner in Kombination mit der CTB Brenntechnologie

Der Brenner ist eine sehr wichtige Komponente für den Brennprozess. Aber nur mit einer präzisen Regelung werden alle Optionen für einen optimalen Prozess ausgeschöpft.

Die CTB Brenntechnologie beruht auf temperatur- und druckkompensierten Gas- und Luftvolumenstrommessungen bei gleichzeitiger Messung der Umgebungsbedingungen wie Luftdruck, Luftfeuchte und Temperatur. So kann jedem Brenner automatisch der erforderliche Gas- und Luftmassenstrom präzise zuge-



**Bild 5** Schema des Brennerdesigns

führt werden. Bei schwankenden Umweltbedingungen (Winter/Sommer) werden manuelle Einstellungen an Brennern oder Vorgaben überflüssig.

## Empfehlungen und Perspektiven

Für gasbefeuerte Öfen komplettiert der neue Brenner die multifunktionale CTB -Brenntechnologie, mit der sich praktisch alle anspruchsvollen industriellen Brennprozesse der keramischen Industrie auf energetisch äußerst effiziente Weise lösen lassen. Insbesondere periodische Öfen erhalten mit dem „TRUE BLUE“ Brenner völlig neue Eigenschaften und Möglichkeiten, die diesen Ofentyp insgesamt wesentlich attraktiver machen. Deutliche Qualitätssteigerungen und Energieeinsparungen sind auch bei bestehenden Anlagen

möglich. Die ersten Umrüstungen von Ofenanlagen hatten Energieeinsparungen von etwa 10 % allein durch einen Brennerwechsel zur Folge. Eine nachträgliche Umrüstung auf die gesamte CTB Brenntechnologie erhöhte diesen Wert auf fast 25 %. Potentiale, die angesichts der Kostenexplosion für Energie aufhören lassen.

Eine Spezialität dieses Systems ist die Möglichkeit, auch von modulierendem Betrieb auf Impulsbetrieb umzuschalten. Auch die gesamte Kühlphase kann sowohl im Impulsbetrieb als auch im modulierenden Betrieb durchfahren werden. Hier gilt im umgekehrten Sinn dasselbe wie für die Aufheizphase, hohe Turbulenzen begünstigen die Konvektion und damit den Kühleffekt.

Aus brenntechnischer Sicht ist der neue CTB Brenner ideal für Produkte mit geringen Heizraten im unteren Temperaturbereich, also vor allem für Produkte aus dem Bereich der Technischen Keramik, jedoch auch für dickwandige Erzeugnissen und Produkte mit diskontinuierlichen und schwierigen Aufheiz- und Abkühlphasen, wie z.B. das Brennen von extrem großen Glaswannesteinen. Tests mit den neuen "TRUE BLUE" Brennern können im CTB-Technikum in Berlin durchgeführt werden. Auf der Ceramitec, Halle A5 215/316, präsentiert CTB einen Kammerofen für 1600 °C, der mit dem neuen „TRUE BLUE“ Brenner bestückt ist.

Tests mit den neuen "TRUE BLUE" Brennern können im CTB-Technikum in Berlin durchgeführt werden.

**Tomorrows kiln technology today!**