



DER WÄRMEBEHANDLUNGSMARKT

MATERIALS | TECHNOLOGIES | OFFERS

THE HEAT TREATMENT MARKET

1 | 2020

Energieeffizienz bei Wärmebehandlungsanlagen Energy Efficiency in Heat Treatment Plants



Energieeffizienz bei thermochemischen Anlagen

Energy Efficiency in Thermochemical Plants

Dipl.-Ing. Jörn Rohde



Dipl.-Ing.
Jörn Rohde

Wärmebehandler, gerade in Deutschland, sind gezwungen ihre Energieverbräuche zu senken, um weiterhin auf dem internationalen Markt konkurrenzfähig zu bleiben. Die Marktbegleiter aus dem Ausland haben in dieser Hinsicht einen großen Wettbewerbsvorteil, da sie benötigte Energie günstiger einkaufen können. Leider wird bei importierten Waren keine CO₂-Steuer erhoben, die den deutschen Wärmebehandler schützt.

Anwender haben nur die Möglichkeit den Energieverbrauch für ihre Härterei zu senken, um weiterhin profitabel zu bleiben. Die Kosten für Energie betragen je nach Kunde, angebotenen Verfahren und genutztem Anlagentyp normalerweise zwischen 10 - 15 % der Härterei Betriebskosten.

Idealerweise sollten Anwender bei der Neuananschaffung einer Anlage schon auf eine gute Energieeffizienz der Verbraucher achten.

Anhand eines Beispiels soll der Energieverbrauch thermochemischer Anlagen mittels elektrisch beheizter Gasnitrieranlagen aufgezeigt werden.

Für die Auswertung wurden Daten eines Schacht-ofen- und Kammerofen-Konzeptes zusammengestellt. Diese Aufzeichnungen wurden im hausinternen Technikum der Rohde Schutzgasöfen GmbH bei Warmabnahmen vor Auslieferung an Kunden erfasst.

Folgende Parameter liegen den vorgestellten Werten zugrunde:

Die Anlagen sind jeweils ausgestattet mit einem Gasschnellkühler mit Gasumwälzgebläse, Zwangsgebläsekühlung mit Außenluft, Gasumwälzer, NH₃-Vorspalter, Gasabfackelbrenner mit Zusatzgaseinrichtung und einem klimatisierten Schaltschrank.

Die Aufzeichnung beginnt bei einer Starttemperatur von 80°C nach dem Evakuieren. Somit wurde auf die Pumpenleistung verzichtet, da je nach gewählter Pumpe die Leistung stark variiert, jedoch über die anteilige Laufzeit einen vernachlässigbaren Punkt darstellt. Der Abfackelbrenner wurde ab 400°C zugeschaltet, da bis zu diesem Zeitpunkt eine Abfackelung nicht benötigt wird, und nach dem Halteabschnitt bei 520°C während des Kühlvorgangs nach 1 h wieder abgeschaltet, was einem typischen Nitrierprozess entspricht. Die Verbrauchsangaben beim Abschnitt „Halten“ sind auf 1 h bezogene Mittelwerte für den durchgewärmten Zustand.

Die erfassten Daten wurden ohne Charge nur mit einem Nutzraumgestell zur Temperaturgleichmäßigkeitsprüfung (TUS) nach Bosch-Norm (N67W 0.2) mit 0,5 m³/h N₂-Begasung bei ca. 20°C Hallentemperatur ermittelt. Der Heizwert des verwendeten Erdgases betrug 10,2 kWh/Nm³. Alle Werte werden in kW bzw. kWh angegeben, teilweise mit Umrechnungsfaktoren für die Gas- u. Wasserverbraucher.

Diese Leerfahrt schlägt sich auf den Energieverbrauch beim Aufheizen und die Abkühlgeschwindigkeit

Especially in Germany, heat treaters are forced to reduce their energy consumption in order to remain competitive on the international market. In this respect, the market participants from abroad have a great competitive advantage, as they can purchase the required energy more cheaply. Unfortunately, imported goods are not subject to a CO₂ tax, which would protect the German heat treaters.

Users only have the possibility to reduce the energy consumption for their hardening shop in order to remain profitable. The cost of energy is typically between 10 - 15 % of the hardening shop operating costs, depending on the customer, the process offered and the type of used equipment.

Ideally, when purchasing a new system, users should already pay attention to good energy efficiency of the energy consumers.

Using an example, the energy consumption of thermochemical plants is to be demonstrated with electrically heated gas nitriding plants.

For the evaluation, data of a shaft furnace and a chamber furnace concept were combined. These records were recorded in the in-house technical center of Rohde Schutzgasöfen GmbH during hot acceptance tests before delivery to customers.

The following parameters were the basis of the presented values:

The plants are each equipped with a gas blast cooler with gas circulation fan, forced blast cooler with outside air, gas circulator, NH₃ pre-splitter, gas flare burner with additional gas device and an air-conditioned control cabinet.

Recording starts at a start temperature of 80°C after evacuation. Thus, the pump capacity was omitted, since the capacity varies greatly depending on the pump selected, but represents a negligible point over the proportional running time. The flare burner was switched on from 400°C, as flaring is not required up to this point, and switched off again after the holding section at 520°C during the cooling process after 1 h, which corresponds to a typical nitriding process. The consumption data in the holding section are average values for the heated state based on 1 h.

The recorded data were determined without batch only with a usable space rack for temperature uniformity testing (TUS) according to Bosch standard (N67W 0.2) with 0.5 m³/h N₂ gassing at approx. 20°C ambient temperature. The heating value of the used natural gas was 10.2 kWh/Nm³. All values are given in kW or kWh, partly with conversion factors for gas and water consumers.

This empty run is reflected in the energy consumption during heating and the cooling rate, but



Bild 1 - Kammerofen Typ KGU 90/90/150

Fig. 1 - Chamber furnace Type KGU 90/90/150

nieder, ändert aber nichts an den Primärenergieverbräuchen während des Haltens der Anlagen auf Nitrier-temperatur.

Nachdem die technischen Grundlagen der Testbedingungen geklärt sind, wird auf die verwendeten Anlagentypen eingegangen. Es handelt sich um einen Schachtofen Typ SG 160/350 mit einem einzubringenden Chargengestell von Durchmesser 1500 mm mit einer Höhe von 3500 mm mit bis zu 15000 kg Chargengewicht inkl. Chargiergestell. Bei dem Kammerofen handelt es sich um einen KGU 90/90/150, was den Chargenabmessungen mit Gestell in cm (B x H x L) entspricht mit einer max. Zuladung von 3500 kg. Es handelt sich dabei um Anlagen mit elektrischer Ofenheizung, **Bild 1 und Bild 2**.

Abschnitt Heizen (80°C auf 520°C)

Es ist wenig überraschend, dass es sich bei dem verwendeten Heizungssystem um den größten Verbraucher handelt. Die Retorte bzw. der Rezipient müssen von 80°C auf 520°C erhitzt werden, wie auch die benötigten technischen Einrichtungen sowie die Feuerfestzustellung der Anlage. Jedoch kann man selbst beim Aufheizen der Anlage erkennen, dass auch andere Verbraucher der Anlagen einen anteiligen Energieverbrauch haben.

Die benötigte Kühlenergie der Anlagenflansch- und Motorkühlung befindet sich an zweiter Stelle, gefolgt vom Verbrauchswert des Gasumwälzermotors. Falls ein NH₃-Vorspalter für die thermochemischen Nitrieranlagen verwendet wird, nimmt dieser die vierte Position ein. Auch das ist wenig verwunderlich, da es sich dabei um eine beheizte Einrichtung mit bis zu 950°C Betriebstemperatur handelt. Darauf folgt der Gasabfackelbrenner. Die Anlagensteuerung inkl. Schaltanlage und Gasregelstand ist noch zu nennen, jedoch

does not change the primary energy consumption while keeping the plants at nitriding temperature.

After the technical basics of the test conditions have been clarified, the types of used equipment are discussed. It is a shaft furnace type SG 160/350



Bild 2 - Schachtofen Typ SG 160/350

Fig. 2 - Shaft furnace Type SG 160/350

Abschnitt Heizen / Heating Section

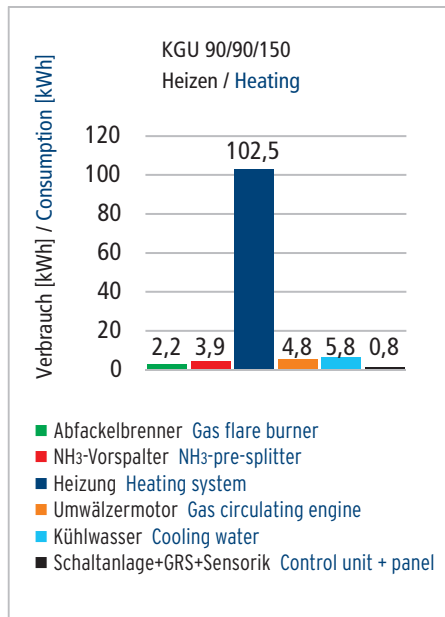


Bild 3 / Fig. 3
Energieverbrauch Heizen - KGU 90/90/150
Power Consumption Heating - KGU 90/90/150

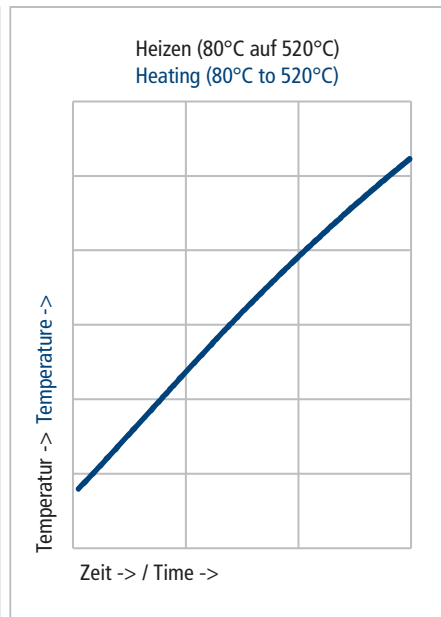


Bild 4 / Fig. 4
Temperaturprofil Heizen
Temperature Profile Heating

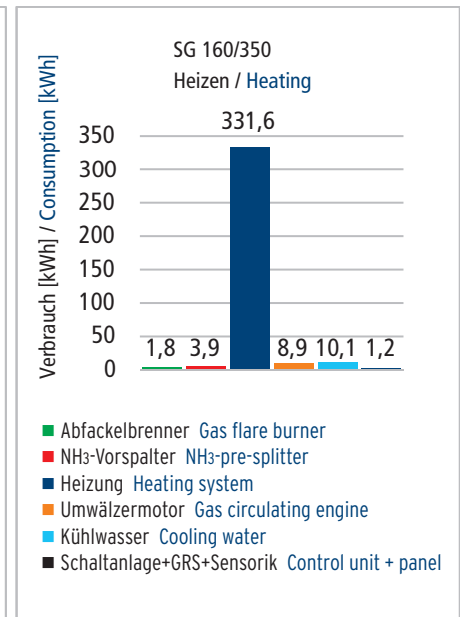


Bild 5 / Fig. 5
Energieverbrauch Heizen - SG 160/350
Power Consumption Heating - SG 160/350

dank der relativ niedrigen Außentemperaturen ist auch das verwendete, energieeffiziente Klimagerät der Schalt- u. Regelanlage kein großer Verbraucher, **Bild 3 bis Bild 5.**

Abschnitt Halten

Der Halteverbrauch der Anlagen gibt uns wertvolle Informationen über die Energieeffizienz der Anlage. Es stellt sich heraus, dass zwar immer noch die Heizung ein großer Verbraucher ist, um die Leerlaufverluste der Anlage auszugleichen, aber nicht mehr unbedingt der größte Verbraucher. Beim Kammerofenkonzept liegt der Halteverbrauch der reinen Heizung sogar hinter der benötigten Kühlleistung der Dichtungsbereiche. Dies lässt sich durch die zwei konzeptbedingten Durchdringungen des Heizraums erklären, durch die daher mehr Wärme abgeführt wird. Im Gegensatz ist bei einer Schachtofenanlage nur eine Durchdringung vorhanden.

Es ist zu beachten, dass durch die vom Gasumwälzer erzeugte Reibung im Prozessgas elektrische Energie anteilig in Wärme gewandelt wird. Der Gasumwälzer bleibt beim Halten auf den 3. Platz der Energieverbraucher, auch wenn der prozentuale Verbrauch in einem erwartungsgemäß anderen Verhältnis als beim Aufheizen steht. Auch sehen wir den Abfackelbrenner aus einem anderen Blickwinkel. Dieser hat jetzt merklich den nunmehr durchgewärmten NH₃-Vorspalter überholt. Der verwendete Typ des Abfackelbrenners hat eine maximale Leistung von 3 kW, was im Markt eher gering, jedoch ausreichend ist. Erwartungsgemäß ist beim Halten die benötigte Leistung der Steuerung eher gering, **Bild 6 bis Bild 8.**

with a charge frame of 1500 mm diameter and 3500 mm height to be inserted with a charge weight of up to 15000 kg including charge frame. The chamber furnace is a KGU 90/90/150, which corresponds to the charge dimensions with frame in cm (W x H x L) with a maximum load of 3500 kg. These are plants with electric furnace heating, **Fig. 1 and Fig. 2.**

Heating Section (80°C to 520°C)

It is not surprising that the used heating system is the largest consumer. The retort or recipient must be heated from 80°C to 520°C, as well as, the necessary technical equipment and the refractory lining of the system. However, even when heating up the plant, it can be seen that other consumers of the plant also have proportionate energy consumption.

The required cooling energy of the plant flange and engine cooling is in second place, followed by the consumption value of the gas circulating engine. If an NH₃ pre-splitter is used for the thermochemical nitriding systems, it takes the fourth position. This is also not surprising, as it is a heated device with an operating temperature of up to 950°C. This is followed by the gas flare burner. The system control, including the switchgear and gas control panel, is still to be mentioned, but thanks to the relatively low outside temperatures, even the energy-efficient air conditioning unit used for the control unit and control panel is not a large consumer, **Fig. 3 to Fig. 5.**

Abschnitt Halten / Holding Section

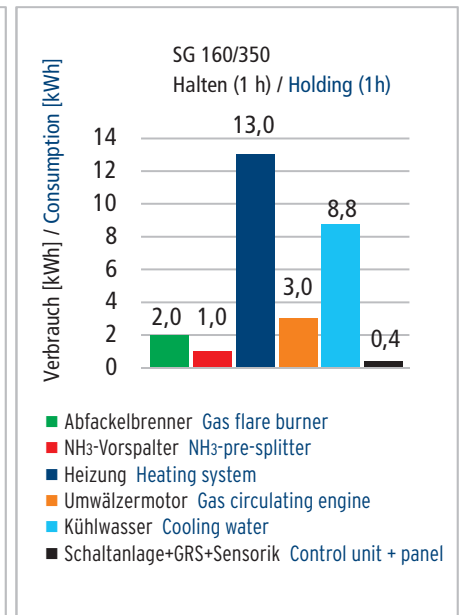
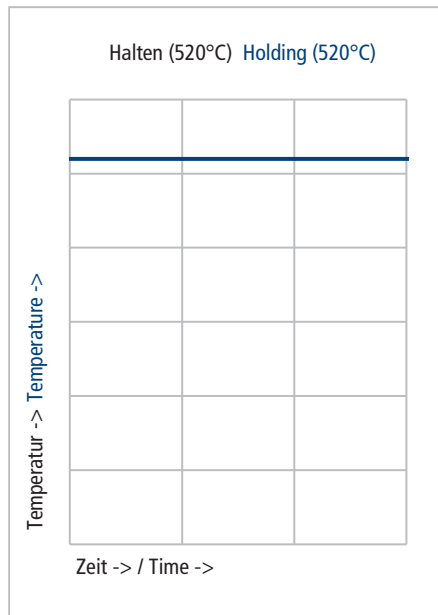
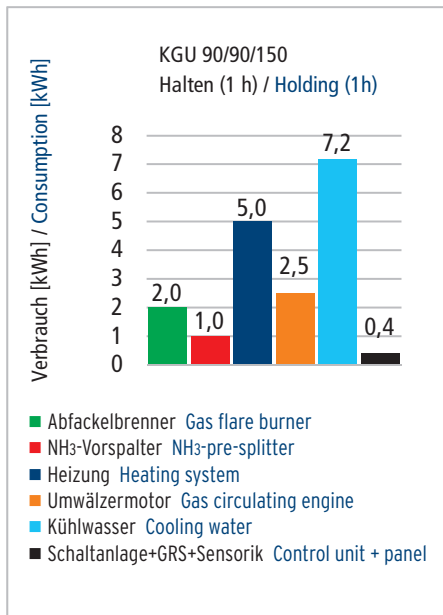


Bild 6 / Fig. 6

Energieverbrauch Halten - KGU 90/90/150
Power Consumption Holding - KGU 90/90/150

Bild 7 / Fig. 7

Temperaturprofil Halten
Temperature Profile Holding

Bild 8 / Fig. 8

Energieverbrauch Halten - SG 160/350
Power Consumption Holding - SG 160/350

Abschnitt Kühlen

Im Abschnitt Kühlen ist der thermochemische Prozess nahezu abgeschlossen. Die Anlage sollte dem Betreiber, je nach gewünschtem Prozess, schnellstmöglich wieder zur Verfügung stehen. Dementsprechend muss die eingebrachte Energie wieder abgeführt werden. Damit übernimmt die durch den Gasschnellkühler abgeführte Energie den Spitzenplatz. Ein Großteil davon wird in das Kühlwasser des Gasschnellkühlers abgeführt, aber auch der Betrieb der gasdichten Gebläse ist dabei nicht zu vernachlässigen und nimmt Platz zwei ein.

Des Weiteren steigt der Energiebedarf des Gasumwälers im Vergleich zum Halten aufgrund der zunehmenden Gasdichte noch einmal an und übersteigt den Energiebedarf der Abfackelung, die sich an vierter Stelle der Verbraucher befindet. Danach kommen die Kühlluftgebläse und die Steuerung. Beim Schacht-ofen ist die Reihenfolge ähnlich, variiert jedoch bei den Kühlluftgebläsen aufgrund höher gewählter Leistung und übertrifft den Abfackelbrenner, **Bild 9 bis Bild 11**.

Zusammenfassung

Die größten Verbraucher einer thermochemischen Prozessanlage und deren Absolutverbräuche wurden benannt. Bei Neuanlagen ist auf eine ausreichend gute Feuerfestzustellung zu achten, die den Energiebedarf der Anlage insgesamt senkt. Eine Außenoberflächenisolation ist möglich, jedoch sehr aufwändig. Dies wurde in der ETA-Fabrik in Darmstadt wissenschaftlich untersucht. Auch der Kühlwasserbedarf fällt

Holding Section

The holding consumption of the plants gives us valuable information about the energy efficiency of the plant. It turns out that although the heating is still a large consumer to compensate for the no-load losses of the plant, but it is no longer necessarily the largest consumer. With the chamber furnace concept, the holding consumption of the heating only is even lower than the required cooling capacity of the sealing areas. This can be explained by the two concept-related penetrations of the heating chamber, through which more heat is therefore exhausted. In contrast, a shaft furnace system has only one penetration.

It should be noted that due to the friction in the process gas generated by the gas circulator, electrical energy is proportionally converted into heat. During holding, the gas circulator remains in 3rd place among the energy consumers, even if the percentage consumption is in a different ratio than expected when heating up. We also see the flare burner from a different angle of view. It has now noticeably overtaken the NH₃ pre-splitter, which is now warmed up. The used type of flare burner has a maximum output of 3 kW, which is rather low in the market but sufficient. As expected, the required power of the control unit is rather low when holding, **Fig. 6 to Fig. 8**.

Cooling Section

In the cooling section, the thermochemical process is almost completed. The plant should be available

Abschnitt Kühlen / Cooling Section

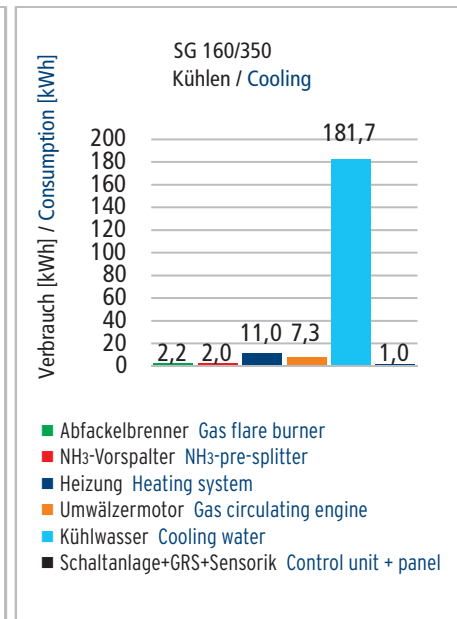
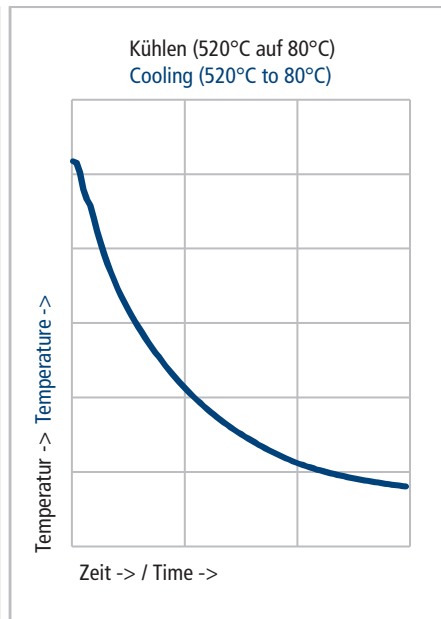
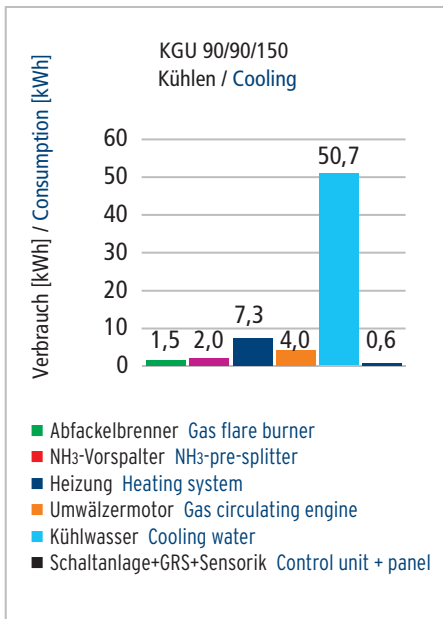


Bild 9 / Fig. 9
Energieverbrauch Kühlen - KGU 90/90/150
Power Consumption Cooling - KGU 90/90/150

Bild 10 / Fig. 10
Temperaturprofil Kühlen
Temperature Profile Cooling

Bild 11 / Fig. 11
Energieverbrauch Kühlen - SG 160/350
Power Consumption Cooling - SG 160/350

in diesem Bereich, ist aber nur durch konstruktive Änderungen signifikant zu senken, da die Geometrie der Anlage geändert werden muss. Ein bloßer Austausch der Feuerfestzustellung wird nicht genügen. Es werden größere Abstände zu den gekühlten Flächen benötigt, um die Wärmeleitung der verwendeten hitzebeständigen Materialien abzubauen.

Was Anlagenbetreiber tun können, ist das Kühlwassersystem umzustellen, um höhere Kühlwassertemperaturen fahren zu können. Dabei ist darauf zu achten, dass der Berührungsschutz der Anlage weiterhin gegeben ist. Bessere Wirkungsgrade an benötigten Motoren wären eine weitere Maßnahme, die mögliche Ersparnis ist aber überschaubar.

Als nächstes wird der Abfackelbrenner betrachtet, der die Abgase der Anlage thermisch nachbehandelt. In diesen Einrichtungen steckt oftmals großes Einsparpotential. Oft wird das Abgas vor der Druckhalteeinrichtung herunter gekühlt, um es dann mit dem Abfackelbrenner thermisch nachzubehandeln. Besser ist es, die Restenergie des Behandlungsgases zu nutzen und durch die Abfackeleinrichtung in einem isolierten Bereich zu neutralisieren. Oft werden als Brenner sogenannte Ringbrenner, teilweise mehr als einer, mit Leistungen zwischen 7,5 – 15 kW eingesetzt. Diese Werte übertreffen teilweise den Halteverbrauch der Anlage und dies über mehrere Stunden je nach Prozess.

Grundsätzlich gilt, dass Energie, die im Prozess gehalten werden kann, nicht aufwändig über sekundäre Maßnahmen wieder zurückgewonnen werden muss.

In der nächsten Grafik werden die Anlagenkonzepte Nutzraumvolumen bereinigt vorgestellt und zusätzlich wird auch eine gasbeheizte Kammerofenanlage mit

to the operator again as soon as possible, depending on the desired process. Accordingly, the energy introduced must be dissipated again. Thus, the energy dissipated by the gas-fired flash cooler takes over the top position. A large part of it is discharged into the cooling water of the gas-fired chiller, but the operation of the gas-tight blowers should not be neglected either and takes second place.

Furthermore, the energy consumption of the gas circulator compared to holding section increases again due to the increasing gas density and exceeds the energy demand of the flaring, which is the fourth most important consumer. This is followed by the cooling air fans and the control system. The sequence is similar for the shaft furnace, but varies for the cooling air blowers due to higher selected power and exceeds the flare burner, **Fig. 9 to Fig. 11**.

Summary

The largest consumers of a thermochemical process plant and their absolute consumptions were named. In new plants, care must be taken to ensure a sufficiently good refractory lining, which reduces the overall energy requirement of the plant. External surface insulation is possible, but very expensive. This was scientifically investigated in the ETA-factory in Darmstadt, Germany. The cooling water requirement also falls within this range, but can only be significantly reduced by design changes, because the geometry of the plant has to be changed. A mere exchange of the refractory lining will not be sufficient. Larger distances to the cooled surfaces are required to reduce the heat conduction of the used heat-resistant materials.

Zusammenfassung / Summary

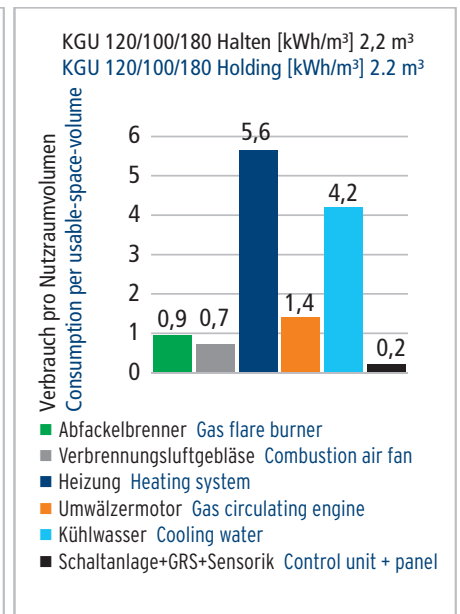
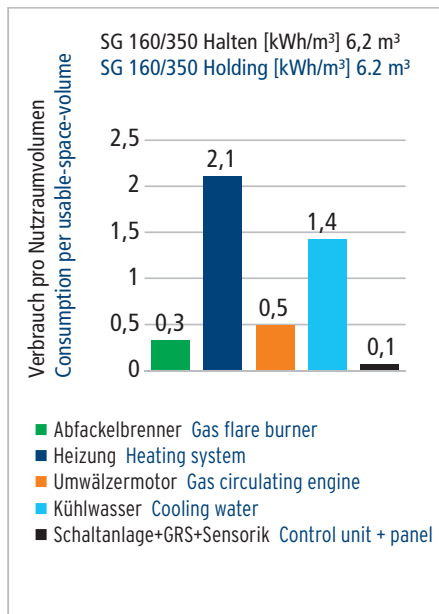
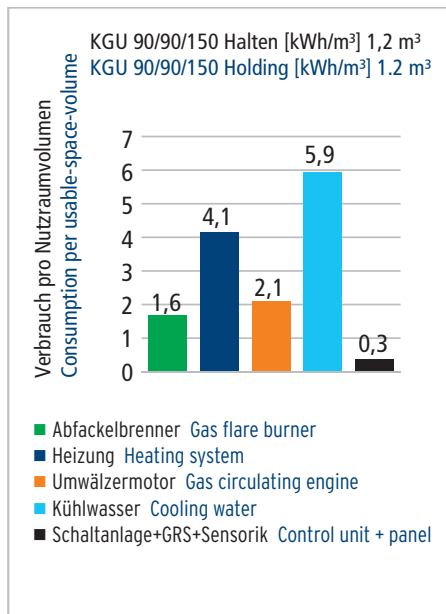


Bild 12 / Fig. 12
Nutzraumbereinigter Energieverbrauch
Halten - KGU 90/90/150 elektrisch beheizt
Real Capacity Power Consumption
Holding - KGU 90/90/150 electrical heated

Bild 13 / Fig. 13
Nutzraumbereinigter Energieverbrauch
Halten - SG 160/350 elektrisch beheizt
Real Capacity Power Consumption
Holding - SG 160/350 electrical heated

Bild 14 / Fig. 14
Nutzraumbereinigter Energieverbrauch
Halten - KGU 120/100/180 gasbeheizt
Real Capacity Power Consumption
Holding - KGU 120/100/180 gas heated

einbezogen. Wir betrachten dabei den Verbrauch während des Haltens, da dort die Anlageneffizienz gut herausgestellt werden kann und dieser unabhängig von der Chargierung ist, **Bild 12 bis Bild 14**.

Bei der Nutzraumvolumen bereinigten Auswertung der Anlagen fällt auf, dass Verbraucher überproportional mit der Anlagengröße bzw. deren Nutzraumvolumen fallen. Vergleichen wir die zwei Kammeröfen miteinander, allerdings mit unterschiedlichen Beheizungskonzepten (elektrisch bzw. gasbeheizt), zeigt sich, dass die gasbeheizte Variante mehr Energiebedarf hinsichtlich der Heizung aufweist.

Der Vergleich der unterschiedlich beheizten Kammeröfen KGU 90/90/150 (1,2 m³) zu KGU 120/100/180 (2,2 m³) fällt folgendermaßen aus:

- Es gibt einen Anstieg der benötigten Heizleistung für die Beheizung mit Gas um ca. 40 % gegenüber dem elektrisch beheizten Nutzraum.
- Bei der gasbeheizten Anlage wird zum Gasverbrauch in kWh/m³ auch noch das Verbrennungsluftgebläse berücksichtigt, was zum Betrieb nötig ist. Beide Beheizungskonzepte nutzen auch einen Gasumwälzer, der aufgrund der erzeugten Reibungsenergie mit berücksichtigt wird.
- Auch sind geometrische Effekte zu berücksichtigen, die zu Unterschieden führen. Eine kleinere gasbeheizte Anlage würde somit im Vergleich voraussichtlich schlechter abschneiden.
- Fallende Verbrauchswerte sind bei den anderen Verbrauchern zu verzeichnen. So fallen der Kühlwasserbedarf um ca. 53 %, der Gasumwälzer um ca. 23 % und die Schaltanlage um ca. 39 %.

Wenn zu diesem Vergleich noch das Schacht-ofenkonzept mit einem angenommenen beladefähigen Nutzraum von 150/350 mit 6,2 m³ Nutzraumvolumen

What plant operators can do is to change the cooling water system in order to be able to run higher cooling water temperatures. It must be ensured that the protection against accidental contact with the system is still in place. Better efficiencies at required motors would be another measure, but the possible savings are manageable.

Next, the flare burner is considered, which thermally re-treats the waste gases from the plant. Frequently, there is great potential for savings in these facilities. Often, the waste gas is cooled down before the pressure-maintaining device in order to thermally re-treat it with the flare burner. It is better to use the residual energy of the treatment gas and neutralize it in an isolated area by the flare device. So-called ring burners are often used as burners, sometimes more than one, with outputs between 7.5 - 15 kW. Sometimes, these values exceed the holding consumption of the plant and this over several hours, depending on the process.

The basic principle is that energy that can be retained in the process does not have to be recaptured at great expense via secondary measures.

In the next diagrams, the plant concepts are presented in a usable-space-volume adjusted manner and a gas-heated chamber furnace system is also included. Here, we consider the consumption during holding, as the plant efficiency can be well distinguished there and this is independent of the loading, **Fig. 12 to Fig. 14**.

At the usable-space-volume adjusted evaluation of the systems, it is noticeable that the consumers fall disproportionately with the size of the system or its usable-space-volume. If we compare the two chamber furnaces with each other, but with different heating concepts (electrically or gas-heated), it be-

gegenübergestellt wird, sehen wir noch deutlichere Werte. Dort fallen die Werte zwischen 50 % bis zu 84 % beim Kühlwasser. Alle diese Angaben beziehen sich auf den Prozessabschnitt Halten (1 h) in kWh/m³.

Fazit

Abschließend kommen wir zu dem Ergebnis, dass eine größere ausgelastete Wärmebehandlungsanlage effizienter arbeitet als eine kleinere. Auch kann man durch die Auswahl des Anlagenkonzepts Energie einsparen.

Bei gasbeheizten Anlagen bieten sich durch die Auswahl der Gasbrenner große Einsparpotenziale, die mit einer möglichen Erneuerung der Feuerfestzustellung perfekt auf die zu fahrenden Prozesse abgestimmt werden können.

Die gasbeheizte Anlage ist ausgestattet mit 5 Rekuperatorbrennern Typ NOXMAT RHGB 80 mit jeweils 62 kW, direkter Beheizung und einem angegebenen Wirkungsgrad von ca. 89 % bei 550°C. Im 550°C-Vergleich liegt der Wirkungsgrad von Kaltluftbrennern nur bei ca. 76 %. Steigen die Temperaturen, fallen allgemein die Wirkungsgrade der Brenner, gleich welcher Bauart, jedoch wird damit ein Betrieb mit Rekuperatorbrennern immer effizienter. Der Wirkungsgrad lässt sich noch weiter auf ca. 91 % steigern, was allerdings nur mit einem anderen Brennertyp zu realisieren ist. Aufgrund der geringeren Leistung muss hierzu jedoch eine größere Anzahl von Brennern eingesetzt werden, welche mit zusätzlichen Kosten verbunden ist

Grundsätzlich ist ein gasbeheiztes Anlagenkonzept mit höheren Investitionen verbunden, kann allerdings über die Nutzungsdauer durch günstigere Energiekosten pro kWh den anfänglichen Nachteil wieder egalisieren.

Literatur / Quellen:

Schlussbericht, Energieeffiziente Fabrik für interdisziplinäre Technologie- und Anwendungsforschung - 17.12.2018

*Fa. Rohde Schutzgasöfen GmbH
Warmabnahmeprotokolle A7261; A7262; A7271
Fa. Noxmat (Technische Daten)*

Kontakt: ROHDE Schutzgasöfen GmbH
An der Brückengrube 3
63452 Hanau
+49 (0) 6181 - 70905 - 0
info@rohdetherm.de
www.rohdetherm.de



Contact: ROHDE Schutzgasöfen GmbH
An der Brückengrube 3
63452 Hanau
+49 (0) 6181 - 70905 - 0
info@rohdetherm.de
www.rohdetherm.com



comes apparent that the gas-heated variant has a higher energy requirement in terms of heating.

The comparison of the differently heated chamber furnaces KGU 90/90/150 (1.2 m³) to KGU 120/100/180 (2.2 m³) is as follows:

- There is an increase in the required heating power for heating with gas of approx. 40 % compared to the electrically heated useful space.
- In the case of the gas-fired system, the combustion air fan is also taken into account in addition to the gas consumption in kWh/m³, which is necessary for operation. Both heating concepts also use a gas circulator, which is taken into account due to the generated friction energy.
- Geometric effects that lead to differences must also be taken into account. Probably, a smaller gas-fired plant would therefore perform worse in comparison.
- Falling consumptions are recorded for the other consumers. For example, the demand for cooling water has fallen by approx. 53 %, the gas circulator by approx. 23 % and the control unit by approx. 39 %.

If, in addition to this comparison, the shaft furnace concept with an assumed loadable useful space of 150/350 with 6.2 m³ useful space volume is compared, we see even clearer values. Here the values fall between 50 % and 84 % for the cooling water. All these figures refer to the holding section of the process (1 h) in kWh/m³.

Conclusion

Finally, we come to the conclusion that a larger heat treatment plant operating at full capacity is more efficient than a smaller one. Energy can also be saved by selecting the plant concept.

In gas-fired plants, the selection of gas burners offers great savings potential, which can be perfectly adapted to the processes to be run with a possible renewal of the refractory lining.

The gas-heated plant is equipped with 5 recuperative burners type NOXMAT RHGB 80 with 62 kW each, direct heating and a stated efficiency of approx. 89 % at 550°C. In a 550°C comparison, the efficiency of cold air burners is only approx. 76 %. If temperatures rise, the efficiency of the burners, regardless of their design, generally falls, but operation with recuperative burners becomes increasingly efficient. The efficiency can be increased even further to approx. 91 %, but this can only be achieved with a different type of burner. Due to the lower output, however, a larger number of burners must be used for this purpose, which comes along with additional costs.

In principle, a gas-fired plant concept involves higher investments, but can compensate the initial disadvantage over its useful life through lower energy costs per kWh.

Literature / Sources: Final Report, Energy-efficient Factory for Interdisciplinary Technology and Application Research - Dec. 17, 2018

*Rohde Schutzgasöfen GmbH -
Hot Acceptance Certificates A7261; A7262; A7271
Company Noxmat (Technical data)*