

Planung und Beschaffung von Wärmebehandlungsanlagen

1. Einführung

In der industriellen Fertigung von metallischen Bauteilen ist die Wärmebehandlung nach wie vor ein wesentlicher Bestandteil der Wertschöpfungskette. Mit der Wärmebehandlung – unabhängig davon, ob diese Inhouse oder extern durchgeführt wird – sind erhebliche Kosten verbunden. Auf der anderen Seite ist die Wärmebehandlung entscheidend für die Produktqualität.

Härtereien sowie Unternehmen mit eigener Wärmebehandlung aus dem Maschinen-, Anlagen- und Werkzeugbau, aus dem Fahrzeugbau, der Luft- und Raumfahrt und vielen Zulieferindustrien benötigen für die oft komplexen Wärmebehandlungsprozesse eine optimale Anlagentechnik.

Bei der Planung und Beschaffung von Wärmebehandlungsanlagen ist eine Vielfalt von spezifischen Anforderungen zu beachten, die im vorliegenden Beitrag ausführlich dargelegt werden

2. Anforderungen an Wärmebehandlungsanlagen

In der Tabelle 1 wird – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – in allgemeine, prozessrelevante und anlagenspezifische Anforderungen unterschieden.

Bei Wärmebehandlungsanlagen können grundsätzlich zwei Gruppen von Industrieofenanlagen unterschieden werden – diskontinuierliche Chargen- und kontinuierliche Durchlaufanlagen. Chargenanlagen bie-

| Anforderungen an Wärmebehandlungsanlagen | | |
|--|---|---|
| allgemein | prozessrelevant | anlagenspezifisch |
| <ul style="list-style-type: none"> Preis Lebensdauer Verfügbarkeit Wartungskosten Energieeffizienz Handhabung Umweltverträglichkeit Sicherheitstechnik | <ul style="list-style-type: none"> Prozesssicherheit Reproduzierbarkeit Ofenatmosphäre Temperaturgleichmäßigkeit Gasverteilung Abschreckbedingungen | <ul style="list-style-type: none"> Beheizungsart Kapazität Durchsatz Flexibilität Zykluszeit Heizleistung Bauweise Automatisierungsgrad |

Tabelle 1: Anforderungen an Wärmebehandlungsanlagen

ten eine hohe Flexibilität hinsichtlich der durchführbaren Prozessparametern, sind i.d.R. relativ einfach erweiterbar und gut an Auslastungsschwankungen anpassbar. Sie sind jedoch bei großen Stückzahlen in der Serienfertigung oftmals nicht wirtschaftlich. Hier haben

| Chargenanlagen | Durchlaufanlagen |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Kammer- und Herdwagenöfen Haubenöfen Truhenöfen Schachtöfen Mehrzweckkammeröfen | <ul style="list-style-type: none"> Durchstoßanlagen Ringherdöfen Drehherdöfen Banddurchlauföfen Rollherdöfen |
| Vor- und Nachteile | Vor- und Nachteile |
| <ul style="list-style-type: none"> hohe Flexibilität leicht an die Auslastung anpassbar einfach erweiterbar bei Großserien oft nicht wirtschaftlich kurze Wartezeiten | <ul style="list-style-type: none"> hohe Kapazität (große Stückzahlen) benötigen eine hohe Auslastung geringe Flexibilität hohe Investition längere Stillstandzeit bei Wartungen |

Tabelle 2: Vor- und Nachteile von Wärmebehandlungsanlagen

Durchlaufanlagen mit hohen Durchsatzleistungen ihre Stärken, sofern diese mit einer kontinuierlich hohen Auslastung betrieben werden können. Weitere Aspekte zu den Vor- und Nachteilen von Chargen- und Durchlaufanlagen sind in der Tabelle 2 dargestellt.

3. Planungs- und Beschaffungsprozess

Für den Planungs- und Beschaffungsprozess spielen verschiedene Einflussfaktoren eine bedeutende Rolle, die in Einklang gebracht werden müssen. Nicht immer ist die aus technischer Sicht favorisierte Lösung auch die günstigste. Genauso wenig erfüllt die aus kaufmännischer Sicht wirtschaftlichste Anlage in allen Fällen hinreichend genug die erforderlichen technischen Rahmenbedingungen. Somit sollte ein Planungs- und Beschaffungsprozess möglichst strukturiert und objektiv ablaufen. Oberstes Ziel muss sein, eine Anlagentechnik zu projektieren, die die wesentlichen Anforderungen unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten erfüllt und dabei den Blick auf mögliche Entwicklungen in der Zukunft nicht außer Acht lässt. Die einzelnen Schritte eines Beschaffungsprozesses sind im Fließschema in Bild 1 aufgeführt.

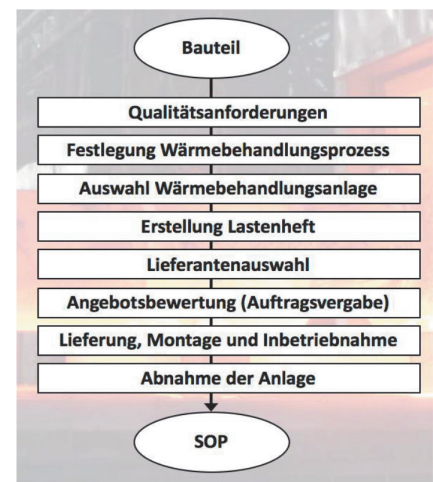


Bild 1: Planungs- und Beschaffungsprozesses

Die im Weiteren beschriebenen Schritte sind als Empfehlung für ein strukturiertes Vorgehen unter Berücksichtigung der wesentlichen Einflussgrößen zu verstehen.

a. Qualitätsanforderungen

Die Qualitätsanforderungen an den Wärmebehandlungsprozess müssen nicht nur technisch, sondern auch wirtschaftlich realisierbar sein. Dabei ist zu gewährleisten, dass die Bauteileigenschaften über die Lebenszeit des Aggregates oder der Maschine erhalten bleiben. Neben den Zeichnungsvorgaben des Bauteils, der Werkstoffauswahl und den Anforderungen der Normung müssen individuelle Einflüsse der Prozesskette, sowie die abgestimmte Vor- und Nachbehandlung der Bauteile, Berücksichtigung finden. Die Festlegung der bauteilspezifischen Qualitätsanforderungen, die das Know-how des Unternehmens widerspiegeln, ist die Grundlage für alle weiteren Schritte im Planungs- und Beschaffungsprozess.

Idealerweise werden die Qualitätsanforderungen bereits während der Planungsphase eines Bauteils auf den entsprechenden Bauteil-

zeichnungen im Rahmen der Zeichnungsangaben, der Anweisungen und auch der Normen festgelegt. Wesentlich ist zu diesem Planungszeitpunkt bereits der intensive Austausch der einzelnen Fachabteilungen, da – wie der Härter ja bestens weiß – das Ergebnis und somit die Bauteilqualität neben der Wärmebehandlung selbst noch von weiteren Faktoren, wie Werkstoff und Analyse, Gefüge und Eigenspannungen, Einflüssen aus der Prozesskette oder auch der Vorbehandlung abhängen.

b. Festlegung des Wärmebehandlungsprozesses

Auf der Basis der Qualitätsanforderungen wird der dazu erforderliche Wärmebehandlungsprozess festgelegt. In erster Linie müssen durch die Wärmebehandlung die festgelegten mechanischen Eigenschaften sicher erzielt werden, z.B. durch Vergüten, Nitrieren, Einsatzhärten Randschichten oder auch Beschichten. Im Einzelfall können die Anforderungen an die mechanischen Kennwerte durch unterschiedliche Verfahren eingestellt werden. Oftmals müssen aber weitere Qualitätsvorgaben wie Entkohlung, Oberflächen- und Randoxidation, Verzug, Korrosionsbeständigkeit berücksichtigt werden, die die Festlegung des Wärmebehandlungsprozesses beeinflussen und einschränken können. Auch die Anforderungen an die Vor- und Nachbehandlung der Bauteile müssen bei der Auswahl des Wärmebehandlungsprozesses bewertet werden.

Vorversuche sind ein probates Mittel, den Wärmebehandlungsprozess mit den wesentlichen Behandlungsparametern festzulegen. Neben dem Verfahren können auf diese Weise die erforderliche Be-

handlungstemperatur und Haltezeit, die Atmosphärenbedingungen, die Überführungszeit zum Abschrecken sowie die notwendigen Abschreckbedingungen nachgewiesen und abgesichert werden. Auch Simulationsmodelle können hierbei hilfreich sein. Diese werden entweder unterstützend eingesetzt oder auch wenn Vorversuche, z.B. aufgrund der Abmessung der Bauteile, nicht durchführbar sind. Je nach Anwendung werden ferner vor der Festlegung des endgültigen Wärmebehandlungsprozesses zum Nachweis der erzielten Eigenschaften unterschiedliche Verfahren der Werkstoffprüfung eingesetzt.

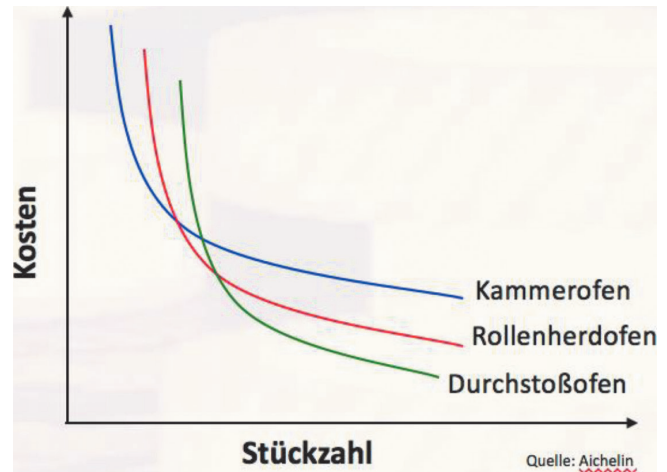


Bild 2: Wärmebehandlungskosten in Abhängigkeit von der Stückzahl

Abnahmekriterien

- Festlegung einer Abnahmecharge
- Auswertung von Proben
- Nachweis der geforderten Anlagenkennwerte und der geforderten Leistungsdaten
- Abnahmerichtlinien

„Die Abnahme testiert den Status Quo!“

Lieferant

- Garantieleistungen
- Wartungsvereinbarungen
- Reaktionszeit bei Störungen
- Zeit bis zum Serviceeinsatz
- Ersatzteilbevorratung

„Ziel ist im Betrieb eine hohe Verfügbarkeit zu erzielen!“

Tabelle 3: Abnahmekriterien und Lieferantangaben im Lastenheft

c. Auswahl Wärmebehandlungsanlage

Ist der Wärmebehandlungsprozess einmal festgelegt, stehen meist unterschiedliche Bauarten von Anlagen zur Auswahl. Für die optimale Anlagenwahl sind neben dem technischen Aufwand der Durchsatz und die Behandlungsvielfalt der Bauteile sowie die Auslastungsschwankungen, die sich in der Praxis über das Jahr einstellen können, entscheidend. Je nach Anforderung ist ein Chargenprozess oder eine Durchlaufanlage zu favorisieren. Eine Automatisierung des Prozesses von der Beschickung bis zur Bereitstellung der Bauteile für den folgenden Prozess kann u.U. einen manuellen Betrieb über 24h/7Tage ermöglichen. Die Technologieauswahl beeinflusst im Wesentlichen die Wirtschaftlichkeit (Bild 2).

d. Erstellung Lastenheft

Das Lastenheft spezifiziert den Leistungsumfang für die Beschaffung und ist die „Bibel des Beschaffungsprozesses“. Im Lastenheft werden die Zielgrößen und alle relevanten Anforderungen an die Anlage und den Prozess beschrieben. Auch Betriebsmittelvorschriften und Einkaufsbedingungen können Bestandteil des Lastenhefts sein. Hinsichtlich der zu behandelnden Bauteile und Zielgrößen sind folgende Punkte zu spezifizieren:

- Geometrie und Gewicht der Bauteile
- Stückzahl und Durchsatz

- Werkstoff und Analyse
- Normen und Zeichnungsvorgaben
- Wärmebehandlungszustand und Gefügestand vor der Wärmebehandlung (Gefüge, Korngröße, Zeiligkeit)
- geforderte Wärmebehandlung (Glühen, Vergüten, Nitrieren, etc.)
- Zielgrößen (Festigkeit, Zähigkeit, Härte, NHD, CHD, SHD, etc.)

Der durchzuführende Wärmebehandlungsprozess wird durch die Beschreibung des Prozesszyklus (t-T-Folge, Entnahmetemperatur, usw.), der Atmosphärenbedingungen (mit oder ohne Schutzgas, Vakuum) und der anzuwendenden Behandlungsmedien beschrieben.

Im Lastenheft werden die wesentlichen technischen Ausführungen und Anlagenfeatures aufgenommen. Festgelegt werden z.B.

- Bauart und Anlagenbeheizung
- Durchsatzleistung und Taktzeit
- max. Aufheiz- und Abschreckgeschwindigkeit
- einzuhaltende Normen, Vorschriften (CQI9, AMS 2750E)
- Platzbedarf
- Chargierweise und Automatisierungsgrad
- Abschreckmittel und Abschreckeinrichtung
- Betriebsmittelvorschriften
- Regelung und Systemgenauigkeit (SAT)
- Temperaturgenauigkeit (TUS)
- Gleichmäßigkeit der Atmosphäre
- Max. zulässige Emissionen
- Medienverbräuche
- Energieeffizienz bzw. Energieverbrauch

Auch die Abnahmekriterien, die der Wärmebehandlungsprozess erfüllen muss, werden im Lastenheft festgelegt. Weitere Kriterien wie die Verfügbarkeit, Rahmenbedingungen hinsichtlich Service und Wartung (Reaktionszeit des Lieferanten bei Störungen, Zeit bis zum Serviceeinsatz, Ersatzteilbevorratung) sowie Garantiebedingungen können Bestandteil des Lastenheftes sein (siehe Tab. 3).

Empfehlungen für Richtlinien und Normen für Wärmebehandlungsanlagen, die im Lastenheft benannt und in der Konformitätserklärung deklariert werden sollten, sind u.a.:

| Spezifikation | Bewertungsfaktor | Bewertung | Bewertungsergebnis |
|--|------------------|-----------|--------------------|
| Mehrzweck-Kammerofen | | | |
| Chargengewicht [kg] | 1 | 1 | 1 |
| max. Chargenabmessungen [b]x[l]x[h] in mm] | 1 | 1 | 1 |
| max. Temperatur [°C] | 0,8 | 1 | 0,8 |
| Heizleistung [kW] | 0,6 | 1 | 0,6 |
| Anzahl Heizelemente | 0,4 | 1 | 0,4 |
| Temperturgleichmäßigkeit [± 5 K] gem. DIN 17052 | 0,8 | 1 | 0,8 |
| Randkohlenstoffgehalt (0.7 – 0.9 %C) | 1 | 1 | 1 |
| Oberflächenhärte (58 – 62) HRC | 1 | 1 | 1 |
| Abweichung CHD: 0,1 mm | 1 | 1 | 1 |
| Oberflächentemperatur Ofen [°C] + RT (bei 930°C) | 0,6 | 1 | 0,6 |
| Gesamtgewicht Ofen [kg] | 0,4 | 0,8 | 0,32 |
| Durchsatzleistung [kg/h] | 0,8 | 1 | 0,8 |
| Bauteile pro Charge | 1 | 0,8 | 0,8 |
| Prozesszeit [min] | 0,8 | 1 | 0,8 |
| Anzahl Chargen am Tag | 0,8 | 1 | 0,8 |
| Lärmemission < 75 dB(A) | 1 | 1 | 1 |
| Ölbadvolumen [l] | 0,6 | 0,9 | 0,54 |
| Art Abschrecköl | 1 | 1 | 1 |
| elektr. Leistung Ölbad [kW] | 0,4 | 0,7 | 0,28 |
| Energieverbrauch | | | |
| Endogas [m³/h] | 0,8 | 1 | 0,8 |
| Erdgas [m³/h] | 0,6 | 0,9 | 0,54 |
| Propan [m³/h] | 0,6 | 0,9 | 0,54 |
| Ammoniak [m³/h] | 0,6 | 1 | 0,6 |
| Stickstoff [m³/h] | 0,7 | 0,8 | 0,56 |
| Energieverbrauch pro Charge bzw. Prozess [kWh] | 0,8 | 1 | 0,8 |

Tabelle 4: Muster Entscheidungsmatrix zur Ermittlung des Ofen-Leistungsfaktor

| | | | |
|---|-----|-----|-------------|
| Anlassofen | | | |
| Chargengewicht [kg] | 1 | 1 | 1 |
| max. Chargenabmessungen [b]x[l]x[h] in mm] | 1 | 1 | 1 |
| max. Temperatur [°C] | 0,8 | 1,2 | 0,96 |
| Temperturgleichmäßigkeit [± 3 K] gem. DIN 17052 | 0,8 | 1 | 0,8 |
| Gesamtgewicht Ofen [kg] | 0,6 | 1 | 0,6 |
| Heizleistung [kW] | 0,6 | 1 | 0,6 |
| Anzahl Heizelemente | 0,4 | 1 | 0,4 |
| Begasung - Endogas | | | |
| Gaserzeugung [m³/h] | 1 | 1 | 1 |
| max. Temperatur [°C] | 1 | 1 | 1 |
| Heizleistung [kW] | 0,6 | 1 | 0,6 |
| Waschmaschine | | | |
| Chargengewicht [kg] | 1 | 1 | 1 |
| max. Chargenabmessungen [b]x[l]x[h] in mm] | 1 | 1 | 1 |
| Prozesszeit [min] | 1 | 1 | 1 |
| Waschtankvolumen [l] | 0,8 | 1 | 0,8 |
| Gesamtgewicht Anlage [kg] | 0,6 | 1 | 0,6 |
| Waschprinzip | 0,8 | 1 | 0,8 |
| Anzahl Waschtanks | 0,8 | 1 | 0,8 |
| Trocknungsprinzip | 0,8 | 1,2 | 0,96 |
| Heizleistung [kW] | 0,5 | 0,8 | 0,4 |
| Be- und Entladesystem | | | |
| Chargengewicht [kg] | 1 | 1 | 1 |
| max. Chargenabmessungen [b]x[l]x[h] in mm] | 1 | 1 | 1 |
| Summe "Ofen-Leistungs-Faktor" | | | 35,7 |

- DIN EN 746: Sicherheitsanforderungen an Thermoprozessanlagen, Teil 1-8
- DIN EN 1127: Explosionsfähige Atmosphären, Explosionsschutz Grundlagen und Methodik
- FA8 AWT: Sicherheitstechnische Empfehlungen für den Betrieb von Industrieöfen mit Schutzgasatmosphären
- VDMA Einheitsblatt 24206: Abnahme und Bestellung von Thermoprozessanlagen
- CQI-9 (Continuous Quality Improvement): Selbstbewertung in der Wärmebehandlung
- AMS 2750 E (Aerospace Material Specifications)
- Maschinenrichtlinie
- Werksnormen und weitere Vorschriften
- Produkthaftungsgesetz

e. Lieferantenauswahl

In der Regel ist das Ziel, mehrere potentielle Lieferanten zu ermitteln und mindestens zwei oder auch mehr vergleichbare und bestellfähige Angebote zu erhalten. Bei der Auswahl von potentiellen Lieferanten ist das Know-how des Lieferanten nicht das alleinige Auswahlkriterium. Referenzen, die Fertigungstiefe und die Fertigungsmöglichkeiten können genauso wie die Unternehmensorganisation und -größe, die Bonität und der Standort des Unternehmens die Auswahl beeinflussen. Somit ist es erforderlich, im Vorfeld die Kriterien für die Lieferantenauswahl intern festzulegen. Besuche bei potentiellen Lieferanten, Überprüfung der Qualitätsstandards der Lieferanten durch Audits und die Bewertung der Unterlieferanten können die Leistungsfähigkeit der in Frage kommenden Anbieter offenlegen.

| Spezifikation | Bewertungsfaktor | Bewertung | Bewertungsergebnis |
|---|------------------|-----------|--------------------|
| Mehrzweck-Kammerofen-Linie | | | |
| Angebotspreis [€], gesamt | 15 | 1 | 15 |
| Transport [€] | | | |
| Montage und Inbetriebnahme [€] | | | |
| Schulung [€] | | | |
| Produktionsbegleitung und Start Up [€] | | | |
| After Sales Service p.a. [€] | | | |
| Anlagenverfügbarkeit 95 % [%] | 10 | 1 | 10 |
| Zahlungsbedingungen | 3 | 1 | 3 |
| Lieferverzug - Pönale | 2 | 1 | 2 |
| Lieferzeit [Monate] | 10 | 1 | 10 |
| Summe "Ofen-Kosten-Faktor" | | | 40 |

Tabelle 5: Muster Entscheidungsmatrix zur Ermittlung des Ofen-Kostenfaktor

f. Angebotsbewertung (Auftragsvergabe)

Nachdem die Lieferantenauswahl abgeschlossen ist, werden Angebote eingeholt, die für eine Auftragsvergabe bewertet werden müssen. Die Bewertung der Angebote ist eine der schwierigsten Aufgaben im Beschaffungsprozess, da hier technische wie kaufmännische Kriterien abgewogen und bewertet werden müssen. Die Lastenheftvorgaben geben hierbei den Mindeststandard vor, den die jeweilige Anlage erfüllen muss. Darüber hinaus müssen die spezifischen Eigen-

schaften der Anlagen bewertet werden. Diese sind für die Vergabe neben den kaufmännischen Kriterien wie Preis, Lieferzeit, Zahlungsbedingungen und Betriebskosten von entscheidender Bedeutung. Um die kaufmännische und technische Bewertung gegeneinander abwägen zu können, empfiehlt es sich, eine Entscheidungsmatrix wie z.B. in Tabelle 4 und Tabelle 5 dargestellt zu verwenden.

Dazu lassen sich in der Praxis für den individuellen Beschaffungsfall Ofen-Leistungsfaktoren angeben, die sich durch Gewichtung und Bewertung der einzelnen technischen Anlagendetails ergeben. Die weitere Vorgehensweise ist, Ofen-Kostenfaktoren zu ermitteln, die auf der Bewertung und Gewichtung der einzelnen kaufmännischen Kriterien beruhen. Bild 3 zeigt exemplarisch eine graphische Darstellung der Ofen-Leistungs- und Ofen-Kostenfaktoren für die Bewertung von vier Angeboten für einen konkreten Beschaffungsfall.

Werden die erreichten kaufmännischen und technischen Bewertungspunkte für ein konkretes Angebot ins Verhältnis zu den maximal erreichbaren Bewertungspunkten gesetzt, ist das Ergebnis eine normierter Ofen-Leistungsfaktor (NOL) bzw. ein normierter Ofen-Kostenfaktor (NOK) – die normierten Kennzahlen geben jeweils die erreichte Punktzahl in Prozent an. Als Annahme beträgt der NOL z.B. 96 % und der NOK 92 %.

Als Beratungsunternehmen empfehlen wir nun, die Auftragsvergabe anhand eines transparenten Rankings vorzunehmen. Hierfür muss nun der jeweilige NOL und der NOK eines Angebotes noch gewichtet werden, so dass sich im Ergebnis der von uns in der Praxis zur Anwendung kommende IBW-Ofenfaktor ergibt, wie in Bild 4 dargestellt. Gewichten wir in unserem angenommenen Beispiel den NOL und den NOK jeweils mit 50 %, so ergibt sich in unserem Beispiel für dieses Angebot als IBW-Ofenfaktor ein Wert von 94 % ($0,5 \times 96 \% + 0,5 \times 92 \%$). Auf diese Weise kann für alle vorliegenden Angebote ein transparentes Ranking erstellt werden, das als Grundlage für die Auftragsvergabe herangezogen werden kann.

g. Lieferung, Montage und Inbetriebnahme

Im Vorfeld der Anlagelieferung ist eine Vorabnahme der Anlage beim Lieferanten empfehlenswert. Hierbei können bereits Mängel aufgenommen und Nachbesserungen frühzeitig durchgeführt werden. Zudem ist die zeitlich detaillierte Planung der Lieferung, Montage und Inbetriebnahme unter Berücksichtigung der Eigenleistungen wesentlich für eine möglichst reibungslose Implementierung der neuen Anlage im betrieblichen Umfeld.

Bei den Eigenleistungen ist insbesondere die frühzeitige Beschaffung von peripheren Anlagen und Betriebsmitteln, z.B. hinsichtlich der notwendigen Kühltechnik, der Energieversorgung, der erforderlichen

Behandlungsgase und der Beschaffung von Chargiermittel zu beachten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass vorbereitende Arbeiten sowie der eigentliche Aufbau der Anlage zu erhebliche Produktionsstörungen führen können, die eingeplant werden müssen.

h. Abnahme der Ofenanlage

Mit der Lieferung, Montage und Inbetriebnahme ist der Beschaffungsprozess keineswegs abgeschlossen. Zum einen ist es ratsam, Mängel an der gelieferten Anlage aufzulisten und erforderliche Nacharbeiten gemeinsam mit dem Lieferanten zu dokumentieren. Zudem muss nachgewiesen werden, dass die Anlage die im Lastenheft zugesagten Leistungsdaten auch erfüllt. Hierfür ist die Festlegung einer Abnahmecharge und die Auswertung von Proben im Lastenheft spezifiziert. Die erfolgreiche Abnahme der Anlage gemäß Lastenheft testiert dann den „Status Quo“ und ist üblicherweise das entscheidende Kriterium für die Zahlung der letzten Rate gemäß Zahlungsbedingungen. Erst der kontinuierliche Betrieb wird dann zeigen, ob die zugesagte Verfügbarkeit auch erreicht wird.

4. Zusammenfassung

Aufgrund der Komplexität des Wärmebehandlungsprozesse sowie der vielfältigen Anforderungen an die Anlagentechnik der Wärmebehandlungsanlagen ist es erforderlich, die Beschaffung dieser Anlagen strukturiert und professionell durchzuführen. Es empfiehlt sich dabei, ein Lastenheft für den Beschaffungsprozess zu erstellen, das dann den Mindeststandard an die zu beschaffende Anlage festlegt. Die Auswahl potentieller Lieferanten sollte anhand definierter Kriterien vorgenommen werden.

Der Auswertung der Angebote kommt eine besondere Bedeutung zu, da hier die kaufmännische und die technische Bewertung in ein Ranking für die Beschaffung überführt werden müssen. Empfehlenswert ist hier die Verwendung von normierten Ofen-Leistungsfaktoren und Ofen-Kostenfaktoren. Nach individueller Gewichtung dieser Kennzahlen kann das gewünschte Ranking erstellt werden, das dann als Grundlage für eine objektive Vergabe dienen kann.

IBW Dr. Irretier GmbH

Dr. Olaf Irretier/Marco Jost

Mühsol 44

47533 Kleve

Tel.: +49 2821 71 53 948

olaf.irretier@ibw-irretier.de

www.ibw-irretier.de



Bild 3: Beispiel für Ofen-Kostenfaktoren und Ofen-Leistungsfaktoren

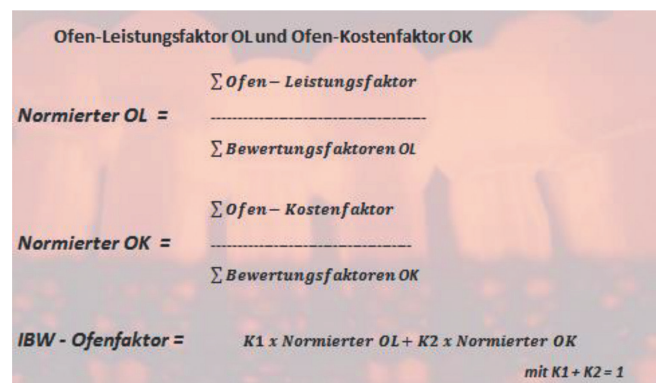


Bild 4: Normierter Ofen-Kosten- und Ofen-Leistungsfaktor