April 1951

H V G - Mitteilung Nr. 562

Steinauswahl für Wannenöfen

Die Dauer der Ofenreise einer Wanne wird meist durch die Haltbarkeit der Wannensteine bestimmt. Sind diese bis zur Grenze des Möglichen abgenutzt, so wird im allgemeinen eine Kaltreparatur durchgeführt, bei deren Planung die schwierige Frage zu beantworten ist, welchen der noch nicht völlig aufgebrauchten Steinpartien, z.B. Boden, Brenner, Gewölbe usw., man eine weitere Wannenreise zumuten darf und welche zu ersetzen sind. Dabei bleibt es nicht aus, dass auch Steinpartien entfernt werden, die noch eine gewisse Zeit gehalten hätten, also noch nicht völlig abgenutzt sind. Sie werden erneuert, wenn man befürchten muss, dass sie eine weitere Ofenreise vielleicht nicht überdauern und bei vorzeitiger Zerstörung grössere wirtschaftliche Nachteile hervorrufen, als ihre unvollständige Nutzung bzw. ihr Ersatz mit sich bringt.

Ohne Zweifel gehört es aber zu den Aufgaben des Ofenkonstrukteurs, seine Baustoffe im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten so auszuwählen, dass sie in allen Teilen des Ofens möglichst weitgehend verwertet werden. Diese Aufgabe wird dadurch erschwert, dass die auftretenden Beanspruchungen von Ofen zu Ofen sehr verschieden sind und dass nur eine begrenzte Anzahl von Steinsorten zur Verfügung steht. Insbesondere kommt Schamotte in den verschiedenen handelsüblichen Qualitäten und in mehreren Wannenqualitäten in Betracht, ausserdem Sillimanit und andere hochtonerdehaltige Steine, ferner Silikasteine und schliesslich Corhart, im Ausland ausserdem Corhart-Zac und Monofrax. Magnesitsteine, im Stahlofenbau meist basische Steine genannt, haben im Glasofenbau bisher kaum Eingang gefunden.

Die gegenseitige Abstimmung der Steinhaltbarkeit, in den USA als "ausbalancierte Lebensdauer" bezeichnet, lässt keine generelle Lösung zu, denn die Betriebsbedingungen an den einzelnen Öfen sind sehr verschieden. Es erschien deshalb ratsam, zunächst einen allgemeinen Überblick über die Gepflogenheiten zu schaffen, die sich im Laufe der Jahre herausgebildet haben. Angaben hierüber wurden durch eine Umfrage gewonnen, die auf Veranlassung des Fachausschusses II der DGG um die Jahreswende 1949/50 veranstaltet wurde. Diese Umfrage sollte zunächst Anhaltspunkte darüber schaffen, wie sich die Qualität des ff. Materials seit Kriegsende geändert hat. Sie enthielt zusätzlich die Frage nach der Steinauswahl für den Wannenbau.

Die Ergebnisse zum letztgenannten Punkt sind aufgrund einer Auswertung von O. B a r t s c h in der beigefügten Tafel zusammengestellt.

Die erste Spalte der Tafel enthält die einzelnen Bauteile, die zweite Spalte die englischen Bezeichnungen, um Vergleiche mit Angaben des englischsprachigen Schrifttums zu erleichtern. Die dritte und vierte Spalte bringen die Ergebnisse der Umfrage und einige in Klammern gesetzte Angaben, die aus der Umfrage nicht hervorgingen, sondern aus den laufenden Beobachtungen der HVG hinzugefügt wurden. Den Ergebnissen der Umfrage ist jeweils eine Klammerzahl beigefügt, welche angibt, wieviel Prozent der eingegangenen Antworten auf die betreffende Steinart lautete. In Spalte 3 sind die meist verwendeten

Steinsorten aufgeführt, in Spalte 4 die ausserdem benutzten Arten. Bei allen Schamottesteinen ist, soweit Angaben verfügbar, der Tonerdegehalt in Prozenten erwähnt; diese Zahl liefert einen ersten Anhalt für die Feuerfestigkeit eines Steines. Spalten 5 und 6 enthalten zum Vergleich amerikanische Angaben, und zwar Spalte 5 die von der Laclede Christy Corporation empfohlenen Steine nach Prospektangaben und mündlichen Mitteilungen, Spalte 6 nach einer Veröffentlichung "Refractories for the task". Ceram.Ind.54 (1950), Heft 6, S.84-86 und 55 (1950), Heft 1, S.72-74 (Ref.Glastechn.Ber.23 (1950) S.353).

Bevorzugtes Interesse finden die Angaben für das Wannenbecken. Es überrascht, dass in Deutschland der Schamottewannenstein mit 24-28 % Tonerde nach wie vor mit weitem Abstand führt, während der Stein mit 32-36 % Tonerde in der Häufigkeit der Anwendung hinter dem Corhartstein liegt. Der Grund für die Bevorzugung des tonerdeärmeren Steines ist z.T. in seinem gutartigen Auflösungsverhalten zu suchen, ausserdem aber durch konservative Einstellung einzelner Betriebe zu erklären. Man scheut den Schritt zum 32 %igen Stein, solange keine genügend eindeutigen Erfahrungen über seine Vorzüge vorliegen. Derartige Unterlagen wird vermutlich die laufende Beobachtung zahlreicher Wannen durch die HVG im Zusammenhang mit dem Untersuchungsprogramm für Wannensteine (HVG-Mitteilung 566) erbringen. Zudem werden die rasch steigenden Ansprüche an Wannenleistung und Betriebstemperatur zwangsläufig zum Stein mit höherem Tonerdegehalt führen. Nach neuen Angaben verschiedener Feuerfestthersteller liegt der Anteil der Steine mit niedrigem Tonerdegehalt (um 26%) bei 80% der Wannenstein-Produktion. In dieser Zahl sind die Bodensteine enthalten, die noch überwiegend aus der niederprozentigen Qualität bestehen.

Corhart als haltbarster Wannenstein des innerdeutschen Marktes herrscht für Flachgaswannen vor, zumindest für die oberen Lagen der Schmelzzone. Er findet neuerdings aber auch in Deutschland trotz des Preisunterschiedes im Hohlglaswannenbau Eingang, nachdem er sich für Durchlässe und Vorbaukanten weitgehend eingeführt hat. Für Durchlässe dürften sich die Zahlen der Tafel bereits jetzt zu Gunsten des Corhartsteines verschoben haben.

Für Wannenböden beherrscht der Schamottestein mit 24 - 28 % Tonerde fast allein das Feld, da bei Wannenleistungen von 1 - 1,2 t/m^{2}24h und 1 m Badtiefe, d.h. für den meist anzutreffenden Betriebsfall, die Böden wenig beansprucht werden. Bei hochbelasteten Wannen und verminderter Badtiefe nimmt jedoch der Angriff auf den Boden schnell zu; man wird auch für Bodensteine allmählich zu höheren Tonerdegehalten übergehen müssen. Vermutlich ist der von Laclede Christy empfohlene neuentwickelte Bodenstein mit 43 % Tonerde dazu bestimmt, auch bei hochbelasteten Wannen mehrere Ofenreisen durchzustehen.

Wannengewölbe werden überall aus Silika gebaut. Vereinzelt kommt für Sonderzwecke Sillimanit vor. In den USA setzt sich offenbar die Auffassung durch, dass die Isolierung des gesamten Wannengewölbes zweckmässig sei. Aus England kommen ähnliche Nachrichten. Offenbar wird eine grössere Zahl von Öfen ohne Anstand mit isoliertem Gewölbe betrieben. Die wärmetechnischen Vorteile einer solchen Massnahme stehen ausser Zweifel. Die zu erwartende Brennstoffersparnis von 8 - 10 % des Gesamtverbrauchs lässt einen erheblichen baulichen Mehraufwand zu. Es bleiben also nur die Bedenken bezüglich der Betriebssicherheit und der Tropfenbildung. Die amerikanischen Quarzite sind dem deutschen keinesfalls überlegen. Unterschiede im Verhalten der amerikanischen und deutschen Silikasteine, die vermutet werden, können also nur auf die Herstellung

zurückzuführen sein. Die HVG wird der Frage der Gewölbeisolierung, zunächst für kleine Öfen und wenig anspruchsvolle Gläser, in nächster Zeit besondere Aufmerksamkeit zuwenden.

Für den Oberbau und die Brenner herrscht in Deutschland der Silikastein vor. Im Gegensatz dazu werden in den USA vielfach hochtonerdehaltige Steine bis zum Standard-Corhart und Corhart-Zac benutzt, da die Herstellung grösserer Silikaformsteine Schwierigkeiten bereitet und die Betriebsergebnisse mit Silika bei hochbeanspruchten Wannen nicht mehr befriedigten.

Während die Wände der Kammern meist viele Wannenreisen aushalten, bereitet die Auswahl der Gittersteine für die heissgehenden Teile der Kammer ernstliche Schwierigkeiten, besonders wenn die Wanne sehr heiss gefahren wird. Die auftretenden Temperaturen sind zwar mit üblichen Steinqualitäten leicht zu beherrschen; in Verbindung mit dem Staub bzw. den Dämpfen, die aus dem Gemenge herrühren, beanspruchen sie aber die Steine weit über das tragbare Maß. Silikasteine schmelzen in den Kammern verhältnismässig schnell ab, während an den Schamottesteinen Schlacken gebildet werden, die den Durchtritt der Gase hemmen. Silikasteine und Schamottesteine der Konventionsqualitäten A_o und A_1 sind die üblichen Baustoffe, daneben werden versuchsweise Sillimenit oder andere hochtonerdehaltige Steine benutzt; auch Corhart wird in Betracht gezogen. In den USA sollen mit ungebrannten chemisch gebundenen Magnesitsteinen gute Ergebnisse erzielt worden sein. Nach Auffassung der Österreichisch-Amerikanischen Magnesit-A.-G. sollen sich auch gebrannte Magnesitsteine bewähren. Entsprechende Versuche in Deutschland stehen noch aus.

In Ergänzung der beigefügten Tafel verdient eine weitere amerikanische Veröffentlichung Beachtung, die im Handbuch der ASTM-Normen über feuerfeste Baustoffe (Philadelphia 1948) zu finden ist. Sie trägt den Titel Übersicht über die Betriebsbeanspruchung feuerfester Baustoffe in der Glasindustrie". Ref. Glastechn. Ber. 23 (1950) S. 319. Diese Arbeit bringt zunächst einen ähnlichen Überblick wie Spalte 6 der beigefügten Tafel, jedoch sind die Angaben für Tafelglas- und Flachglaswannen getrennt aufgeführt und noch mehr aufgeteilt als in der anliegenden Tafel. Auch sind Bauteile erwähnt, die zu den Verarbeitungsmaschinen überleiten und die in der anliegenden Tafel nicht aufgeführt sind. (Fotokopien der amerikanischen Veröffentlichungen auf Anforderung durch die HVG).

Anlage: 1 Tafel

Anlage zum Protokoll FA II der DGG am 1.9.1950

Bauteil	Engl. Bezeichnung	In Deutschland meist verwendet gemäß Umfrage HVG	In Deutschland außerdem verwendet Auswertung Bartsch	Vorschlag Laclede Christy	Amerik. Praxis nach Ceramic Industry
Wannenbecken	**tank**				
Seitensteine	tank blocks, wall blocks	Schamotte 24-28 % (62)	Corhart (24) Schamotte 32-36 % (15)	Fluxtite 33 %	Corhart u. Schamotte (Wannenqualität) i. geeign. Mischung
Brückenwand	bridge wall				
Durchlass	throat	Schamotte 24-28 % (55)	Schamotte 32-36% (25) Corhart (20)	Corhart Zac (Zirkonstein)	Corhart Zac
Boden	bottom	Schamotte 24-28 % (80)	Schamotte 32-36 % (10)	Mix 400 43 %	Schamotte (Wannenqualität)
Oberbau	**upper structure**				
Seitenwände SW	side walls ME	Silika (61)	Schamotte A_1 43% (22) Wannensteine (9)	Mix 257 59 % Silika	Corhart, Sillimanit und Silika, je nach Temperatur
" AW	" " RE				
Rückwand	rear wall				
Abschlußstein (Nasenstein)	tuck-stone	Silika (44)	Schamotte A_1 43 % (24) Wannenstein (20)	Mix 257 59 %	-
Brückenabdeckung	bridge cover	(Wannensteine)	-	Mix 89 57 %	-
Gewölbe	crown	Silika	-	Silika	Silika
Widerlager	skew, skew back	(Silika)	-	Mix 89 57 %	-
Brenner	**port**				
Einfassung unten	port apron	Silika (78)	Sillimanit (11) Wannenstein (7) Schamotte A_1 43% (4)	Mix 257 59 %	Corhart für Brenner 1 u. 2, sonst Sillimanit
" seitlich	" jambs				
" oben	" lintel				-
Düsenstein	burner block	(Schamotte A_1)	-		
Brennerbank	port bottom (plate block)	Silika (57)	Wannenstein (24) Schamotte A_1 43% (19) Sillimanit (14)	Mix 89 57 %	Sillimanit, seltener basische Steine, z.T. auch Silika
Brennerhals	port neck	Silika (62)	Schamotte A_1 43% (29) Wannenstein (4) Sillimanit (4)		
Brennerabdeckung bzw. Brennergewölbe	port cover " arch				
Brennerschacht	uptake			Spallac ~40 %	Vorwiegend Schamotte
Trennwand	division wall	(Schamotte A_1)	-	-	
Kammern	**regenerators**				
Kammergewölbe	regenerator cap	(Schamotte A_1)	(Silika)	Spallac ~40 %	Verschiedene Schamottequalitäten sowie basische Steine
Kammerwände Oberteil	" wall	(")	-	" ~ "	
" Unterteil	" "	(Schamotte A_{2-3})	-	King ~ 35 %	
Kammerschlichter oben	checker brick	Schamotte A_1 43% (60)	Silika (20) Schamotte A_{2-3} (12)	Spallac ~40 %	
" unten	" "	Schamotte A_{2-3} 39 % (58)	Schamotte A_1 (29)	King ~35 %	
Tragsteine	bearer arch	(Schamotte A_{2-3})	-	" ~ "	-
Kammerkanäle	flues	(Schamotte A_3)	(halbsaure Steine)	-	-

Alle Prozentzahlen bedeuten Al_2O_3-Gehalte. Die Klammerzahlen geben in Prozenten die Häufigkeit der Verwendung der einzelnen Steinsorten nach der Auswertung BARTSCH aus der Umfrage HVG. Eingeklammerte Angaben, z.B. "(Schamotte A_1)" stammen nicht aus der Umfrage der HVG, sondern aus allgemeinen Betriebserfahrungen.