

## Das Stadtgas in der chemischen Industrie

Von Dr. HANS DERINGER, Winterthur

Vor Behandlung des eigentlichen Themas sei gestattet, die Beziehungen zwischen Gasindustrie und chemischer Industrie der Schweiz in weiterem Sinne in wenigen Strichen zu skizzieren. Es ist zweierlei besonders herauszustellen.

Erstens ist die Gas- und Kokserzeugung aus Kohlen als Brennstoffveredelung zu charakterisieren. Da diese Veredelung unter Zuhilfenahme vorwiegend chemischer Umwandlungen erfolgt, wird die Gasindustrie und die Kokerei als Zweig der chemischen Technologie betrachtet. Gas und Koks, die beiden Hauptprodukte der Gasindustrie, sind Wärmeträger, die sich von den Rohbrennstoffen durch spezielle Eignung für bestimmte Zwecke unterscheiden, sich entweder durch bessere Ausnutzungsgrade oder höhere Wärmeleistung oder beides vor diesen auszeichnen. Die Wärmeausnutzung des Gases zum Kochen oder der Warmwasserbereitung im Haushalt, die Wärmeausnutzung des Kokes im Dauerbrandofen und Zentralheizungskessel kann mit solch gutem Wirkungsgrad erfolgen, daß unter Einrechnung des Wärmeumformungswirkungsgrades in den Gaswerken von etwa 80 % der Kohlenverbrauch geringer ist, als wenn die Kohle zum Kochen, Warmwasserbereiten und zur Raumheizung direkt verwendet würde. Insbesondere das Gas kann für fast jede gewünschte Wärmeleistung bereitgestellt werden und für kürzere oder längere Gebrauchszeiten praktisch ohne Anlauf- und Auslaufverlust mit gleich gutem Wirkungsgrad Anwendung finden. Auch der Koks ist insofern als veredelter Brennstoff zu bezeichnen, als er als teerfreies Feuerungsmaterial in Haushalt- und gewerblichen Feuerstellen mit gutem Wirkungsgrad ohne die ständige Bedienung und Anpassung der Verbrennungsluft an den zeitlich variierenden Bedarf, wie dies bei bituminösen Brennstoffen nötig ist, zur Anwendung gelangt. Während sich das Gas besonders für kurzzeitige und stark wechselnde Wärmebedarfdeckung besondere Wertschätzung sichert, liegt die Stärke des Koksfeuers im Dauerbrand. Die Kohlenveredelung in Gaswerken und Kokereien ist also in erster Linie eine chemische Brennstoffveredelung.

Zweitens aber — und dies ist den Lesern dieser Zeitschrift ja geläufig — stellen große Zweige der chemischen Produktion auf die bei der Gas- und Kokserzeugung entstehenden Nebenprodukte Roh-teer, Rohbenzol, Gaswasser und Schwefel ab. Für schweizerische Gegebenheiten sind besonders die beiden erstgenannten Gaswerkprodukte von wesentlicher Bedeutung, was sich schon darin dokumentiert, daß die Weiterverarbeitung des Roh-teeres durch eine Gruppe der chemischen Industrie und die schweizerischen Gaswerke in einem gemeinsamen

Unternehmen erfolgt und daß das Gaswerkrohbenzol restlos in einem für die Friedens- und Kriegswirtschaft bedeutenden Chemiebetrieb gebraucht wird. Der Gasschwefel, der schon vorher zur Erzeugung von Schwefligsäure gebraucht wurde, wurde während des vergangenen Krieges zur Schwefelkohlenstoffherzeugung vorübergehend wichtig. Das Gaswasser bzw. das Ammoniak der Kohle hat gegenüber dem Ammoniak aus Luftstickstoff seine Bedeutung verloren.

Die Schilderung der zwiefachen Stellung der schweizerischen Gasindustrie in Energie- und Stoffwirtschaft soll deutlich machen, daß Chemie auf der Grundlage der Gasindustrieprodukte unter schweizerischen Verhältnissen ohne gleichzeitig gut zahlenden Absatz von Gas und Koks als Wärmeträger im Haushalt und Gewerbe nicht denkbar ist. Darüber belehrt jede Jahresabrechnung unserer öffentlichen Unternehmungen. Alle gut oder schlecht gemeinten Ratschläge und Richtungsweisungen an die schweizerische Gasindustrie, so von Seite des Hauptenergiekonkurrenten im Haushalt, sind Phantasien, beeinflußt möglicherweise von ausländischen Konzentrations- und Nationalisierungstendenzen unter wirtschaftlich ganz andern Verhältnissen und ohne genaues Wissen um den Stand der Dinge. Eine chemische Verarbeitung des Gases selbst, wie sie in größten Betrieben in nächster Nähe der Kohlegruben möglich sein kann, ist bei uns schlechterdings undenkbar. Zentralkokereien, die man dort trifft, setzen jährlich über 1 Million Tonnen Steinkohlen durch — alle schweizerischen Gaswerke zusammen verarbeiteten vor dem Kriege etwa 600 000 Tonnen — und sind meistens aufs engste mit der Roheisengewinnung und der Stahlfabrikation als größtem Koksabnehmer wirtschaftlich verkuppelt. Die dezentralisierte Kohlenentgasung in Schwerpunkten großen Haushaltwärmebedarfs — zugegebenermaßen historisch geworden — ist m. E. auch heute noch für die schweizerische Wirtschaft die einzig richtige. Ist es wirklich so abwegig, Wärmebedarfsspitzen von rund 600 000 Haushaltungen, die in der Viertelstunde vor dem Mittagessen auf den zehnfachen Betrag der mittleren Belastung ansteigen, aus allernächster Nähe zu decken? Was verspricht man sich davon, diese rund 320 Millionen Kilokalorien in einer Viertelstunde über Hunderte von Kilometern Gasrohrleitung oder Drähte herzuholen und hintennach auch den Koks zu transportieren, der ungefähr gleiches Wagonvolumen beansprucht wie die Kohlenmenge, aus dem er entstanden ist? Der Entgasungswirkungsgrad freilich ist in kleinen und kleinsten Betrieben nicht so hoch, wie dieser in einem mittleren, großen oder größten zentralen Werk sein kann. Wenn man

indessen erfährt, daß der Wärmeumwandlungswirkungsgrad aller schweizerischen Gaswerke im Jahre 1939 78,8 % betrug, so geht daraus hervor, daß der Stand der schweizerischen Gasindustrie, was die Energiebilanz betrifft, auch im Vergleich zu größten Beispielen ein beachtlicher ist.

Das Stadtgas ist technisch zwar für praktisch jeden gewerblichen Heizprozeß verwendbar, kann als Edelbrennstoff aber nur für ganz bestimmte gelagerte Verhältnisse wirtschaftlich empfohlen werden. Zur Absteckung der Grenzen mögen folgende Merkmale dienen.

1. Lokalisierung und Aufteilung der Wärmewirkung.
2. Bereitschaftsgrad, Leistungsanpassung an gegebene Wärme- bzw. Temperatur/Zeit-Programme.
3. Regelung der Ofenatmosphäre.
4. Feuertechnischer Wirkungsgrad bei hohen Arbeitstemperaturen.
5. Sauberkeit, Bequemlichkeit, Feuerbedienung.

Überall, wo obigen Forderungen eine betriebstechnisch und wirtschaftliche Bedeutung zukommt, kann das Stadtgas konkurrenzfähig sein.

Mit keinem Feuer, wie mit dem Gasfeuer, ist es wohl leichter möglich, so nahe an das zu erwärmende Wärmegut heranzukommen, ohne Wärme anderswie zu dissipieren. Es sei hier nur hingewiesen auf die Konzentration der Wärme durch viele Einzelflammen auf ganz bestimmte Punkte in der Herstellung der elektrischen Glühlampen, wo die Flamme quasi feines Werkzeug ist, oder auch auf die Aufteilung des Kochgases in einzelne Brenner am Haushaltkochherd, die in gewissem Maße mit Vorteil auch beim Restaurationsherd vorgenommen wird.

Das Gas steht von der kleinsten bis zur größten Leistung im «Flammumdrehen» bereit. Beim Anheizen eines Ofens mit Kohle oder Koks ist stets viel mehr Zeit notwendig, bis der Ofen auf Arbeitstemperatur kommt, als bei Verwendung von Gas. Diese Zeit fällt entweder in der täglichen Betriebszeit aus oder muß vor Beginn der normalen Arbeitszeit eingelegt werden. Durch volle Entfaltung der Gasflamme vom Beginn des Anheizens an wird die Arbeitstemperatur in wesentlich kürzerer Zeit erreicht. Ebenso ist im Laufe des Arbeitsprozesses jede Leistungsänderung in jedem gewollten kürzeren oder längeren Zeitintervall exakt zu erzielen. Diese äußerst feine Regulierbarkeit des Feuers ist für die verschiedensten Warmbehandlungen äußerst wichtig, um die Qualität zu sichern und Ausschuß zu vermeiden. Als Beispiel diene die Wärmebehandlung hochlegierter Stähle, die bei der Härtung recht langsam auf z. B. 625 °C erhitzt werden müssen und von diesem Punkt weg dann ungefähr dreimal so schnell um weitere 625 ° auf 1250 ° gebracht werden müssen. Ein weiteres Beispiel, bei dem die Einhaltung eines bestimmten, stark

wechselnden Programmes wünschenswert ist, ist das Bierkochen, für welches z. B. in der Tschechoslowakei statt des Dampfes das Gasfeuer vorgezogen wird, weil nur mit diesem unter kurzzeitiger äußerster Forcierung des Aufwallens über den ganzen Flammenboden und dem ebenso unvermittelten Unterbruch der Wärmezufuhr beste Resultate im Geschmack gesichert werden. An die Wärmeprozesse in der Chemie sind häufig ähnliche Forderungen gestellt.

In der Metallbearbeitung und in gewissem Maße auch in der Keramik spielt die Ofenatmosphäre eine wichtige Rolle. Die Verbrennung des Gases mit Luftüber- oder -unterschuß in jedem Grade gestattet nach Bedarf, eine oxydierende, neutrale oder reduzierende Atmosphäre ohne Beeinflussung der Temperatur einzuhalten.

Als feuertechnischer Wirkungsgrad bezeichnet man das Verhältnis der im Verbrennungsraum abgegebenen Wärmemenge zur gesamten Wärmemenge des aufgewendeten Brennstoffes. Er ist abhängig von der Arbeitstemperatur, der Konstruktion und der Wärmebelastung des Heizraumes, dem Ausbrand bei der Abzugsöffnung und von dem für jeden Brennstoff charakteristischen Verhältnis des unteren Heizwertes zum Verbrennungsgasvolumen. Je größer dieses Verhältnis  $\frac{H_u}{V} \text{ kcal/nm}^3$  ist, um so höher ist die theoretische Flammtemperatur, d. h. die Temperatur, die sich ergäbe, wenn während des Ausbrands oder der Wärmeentwicklung nicht gleichzeitig eine Wärmeabstrahlung einsetzen würde, um so höher auch die tatsächlich auftretende Höchsttemperatur (pyrometrische Temperatur). Stadtgas von 4000 kcal/nm<sup>3</sup> und 5000 kcal/nm<sup>3</sup> ergibt bei einer Luftüberschußzahl von  $\lambda = 1,1$  einen Wärmehalt pro nm<sup>3</sup> Verbrennungsgas von 800 bzw. 825 kcal und erreicht bzw. übersteigt denjenigen von Öl mit dem wesentlich höheren Heizwert von etwa 10 000 kcal/kg. Demgegenüber ergeben beste feste Brennstoffe mit  $\lambda = 1,2$  nur etwa 700 bis 750 kcal/nm<sup>3</sup> Rauchgas und Schwachgase (Generatorgas, Heizwert 1250 kcal) gar nur 620 kcal/nm<sup>3</sup> Rauchgas. Aus den  $J_1$ -Diagrammen ergeben sich für Stadtgas theoretische Flammtemperaturen von 1920 bis 1970 °C und bei Ofenabgastemperaturen von beispielsweise 1300 °C feuertechnische Wirkungsgrade von 41,3 bzw. 44,4 %, während für das genannte Schwachgas die theoretische Flammtemperatur nur 1590 ° und der feuertechnische Wirkungsgrad nur noch 24,2 % erreicht. In vielen Fällen, bei denen mit andern Brennstoffen zur Vorwärmung der Verbrennungsluft gegriffen werden muß, um die benötigte Arbeitstemperatur überhaupt zu erreichen oder einen vernünftigen feuertechnischen Wirkungsgrad zu erzielen, kann man bei Verwendung von Stadtgas ohne solche aus-

Für bestimmte Zwecke erfährt die Sauberkeit des Stadtgases eine besondere Wertschätzung. Das Gasfeuer ist frei von Brennstoff- und Aschenstaub und enthält praktisch keinen Schwefel ( $0,30 \text{ g/m}^3$ ). Die Gasfeuerung eignet sich sehr gut zur automatischen Steuerung von Temperaturen. Zu dieser Bequemlichkeit kommt der Entfall von Brennstoffbehältern und der Aschenabfuhr und die Berappung der Brennstoffkosten erst nach Verbrauch am Monatsende.

Für die Gasfeuerung stehen für alle Zwecke und Leistungen bewährte Brenner geeigneter Konstruktion zur Verfügung. Es seien lediglich aufgezählt: die Gelbbrenner ohne Primärluftzumischung, die sich in sehr großem Leistungsbereich regeln lassen; die Bunsenbrenner in den verschiedensten Ausführungen mit Primärluftinjektion durch das Gas unter normalem Druck bis zu hohem Prozentsatz des gesamten Luftbedarfs im Zwei- oder Einbahnbetrieb; Brenner, bei denen Druckluft als treibendes Medium das Gas ansaugt; dann die verschiedenen Preßgas- und Preßluftsysteme, mit denen höchste pyrometrische Wirkungsgrade erzielt werden oder bei denen Gas/Luft-Gemische von einer zentralen Stelle einer Großzahl einzelner Verbrauchsstellen zugeführt werden können.

Es ist hervorzuheben, daß das Stadtgas zum Unterschied von gewissen flüssigen Brennstoffen und Schwachgasen sehr leicht zündet und die automatische Sicherung gegen Störungen durch das Medium des Gases selber, also ohne Zuhilfenahme von stö-

rungsanfälligen Zwischenmechanismen, denkbar einfach und zuverlässig gelöst ist.

Die Verwendung des Stadtgases für die chemische Produktion ist m. W. in der Schweiz nicht sehr verbreitet. Im Ausland werden Autoklaven, Schmelzkessel, Bäder, Destillierblasen usw. häufig mit Stadtgas betrieben. Diese Beheizungen bilden für Gas keine Probleme. Trotz des höheren Wärmeeinheitspreises sind die Prozeßkosten gegenüber denjenigen mit andern Brennstoffen meist geringer, weil sich die Gasfeuerungen in jeden Fertigungsprozeß zeitlich bestens einfügen lassen. Es soll hier noch ganz besonders auf die Infrarotheizung mit Gas verwiesen werden, die gestattet, Trocknung von Feststoffen meist in Bruchteilen der Zeit, die bei indirekter Dampftrocknung oder direkter Lufttrocknung erforderlich ist, durchzuführen. Sodann seien die Laboratoriumsöfen erwähnt, die beispielsweise mit Gas von  $4200 \text{ kcal/tm}^3$  und  $300$  bis  $400^\circ\text{C}$  warmer Luft in kürzester Zeit Temperaturen bis  $2100^\circ\text{C}$  erreichen lassen, was sonst nur bei Verbrennung mit Sauerstoff möglich ist.

Es könnte sich in diesen kurzen Ausführungen nur darum handeln, einige charakteristische Qualitäten des Stadtgases als Brennstoff aufzuzeigen. Jeder einzelne Fall einer Gasfeuerung aber erfordert eines besonderen Studiums, das von der Technologie des betreffenden Prozesses auszugehen hat. Je schärfer die Anforderungen umschrieben sind, um so eher kann das Gaswerk die geeignetste Konstruktion auffindig machen und um so besser wird dem Interessenten gedient werden können.