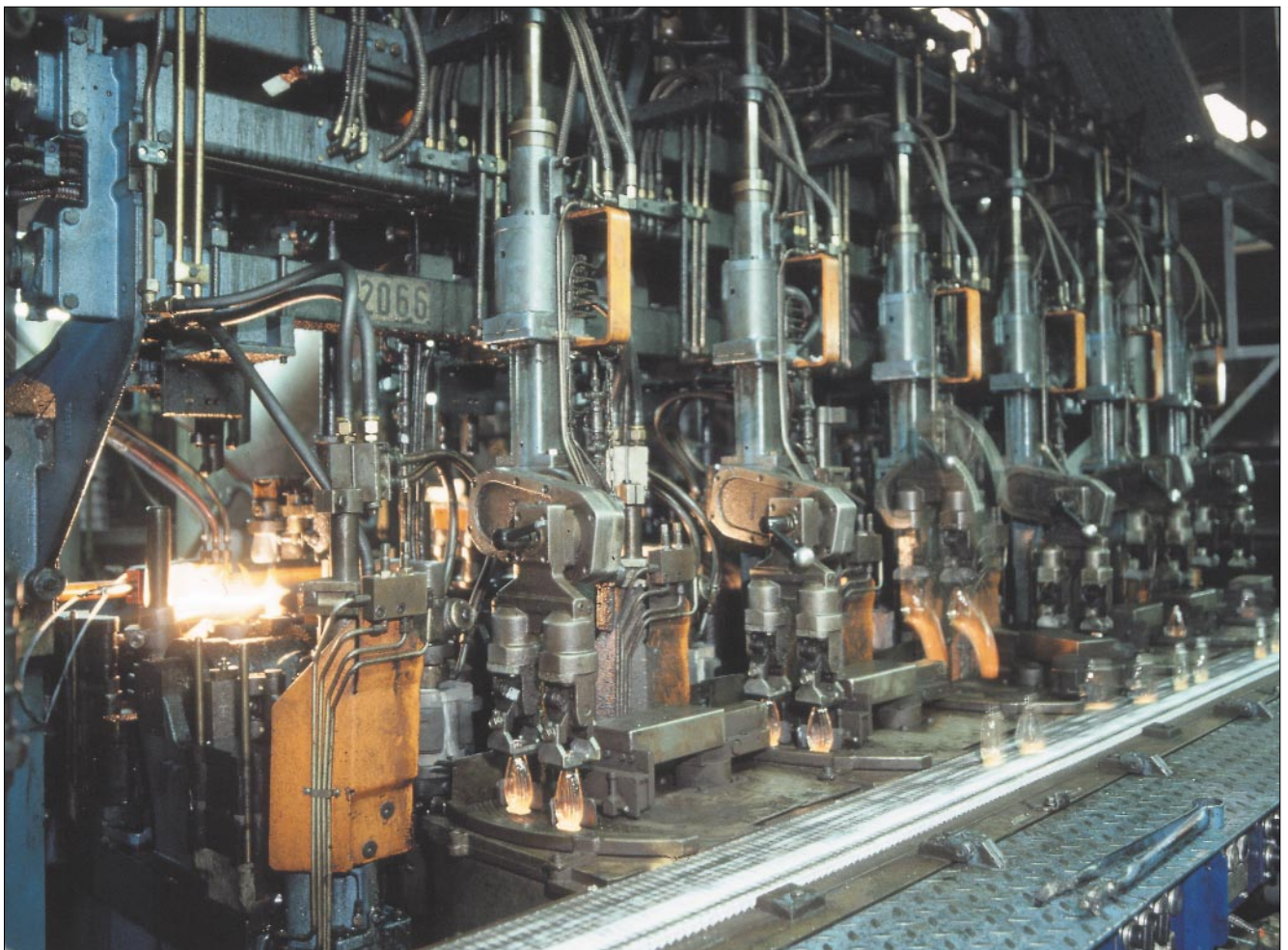


Carboflam®

Oberflächen-Beschichten mit Kohlenstoff



Die Beschichtung von Oberflächen mit Kohlenstoff ist ein alternatives Verfahren zum Trennen und Isolieren mit Graphitschlempen, Wachsen, Emulsionen usw. Der Kohlenstoffauftrag (Carbon) erfolgt mit einer Acetylen/Sauerstoff- oder Acetylen/Luft-Flamme (Flame). Das Acetylen zerfällt bei der Verbrennung in Kohlenstoff und Wasserstoff und erzeugt auf der umgebenden Oberfläche eine dünne Kohlenstoffschicht.

Kohlenstoff nach dem Carboflam®-Verfahren

Die Beschichtung von Oberflächen mit Kohlenstoff wird oft als Berußen bezeichnet. Mit dem Begriff Ruß verbinden viele Anwender jedoch negative Vorstellungen. Er wird meist im Zusammenhang mit qualmenden Schornsteinen oder schwarzen Auspuffwolken von Dieselfahrzeugen gesehen.

Neben diesen unerwünschten, in ökologischer und gesundheitlicher Hinsicht bedenklichen, Verbrennungsprodukten gibt es noch eine weitere Stoffklasse, die Industrieruße. Sie werden unter genau definierten Bedingungen gezielt hergestellt und sind in der Regel physiologisch unbedenklich.

Im angelsächsischen Sprachgebrauch gibt es auch eine sprachliche Trennung: Soot = Schornsteinruß, Carbon black = Industrieruß. Aus diesem Grund wird im Zusammenhang mit dem Carboflam®-Verfahren nur von Kohlenstoffauftragung oder -beschichtung gesprochen. Reines Acetylen wird unter definierten und reproduzierbaren Bedingungen so verbrannt, dass sich 90 – 95 % des entstehenden Kohlenstoffes auf die Beschichtungsfläche ablagern. Bei der Kürze der Beschichtungsdauer (< 0,1 Sekunde bei der Glasherstellung, < 1,0 Sekunde beim Al-Strangpressen) ist die Arbeitsplatzbelastung wesentlich geringer als bei der Eindüsung und anschließenden Verbrennung von Ölen oder Schlempen.

Struktur und Eigenschaften von Acetylenkohlenstoffschichten

Acetylenkohlenstoffpartikel bilden ein sehr feines, tiefschwarzes Pulver. Sie bestehen zu 98 – 100 % aus reinem C, sind kaum mit flüchtigen oder extrahierbaren Komponenten behaftet und sind wasserunlöslich bzw. auch nicht benetzbar. Die mit dem Carboflam®-Verfahren hergestellten Schichten bestehen aus diesen annähernd kugelförmigen Partikeln, die kettenförmig aneinandergereiht sind. Jedes der Partikel setzt sich aus einer großen Zahl kleiner Kristalle der Größe 2 – 3 nm zusammen. Die Kristalle wiederum bestehen aus einer Reihe graphitischer Schichten meist 3 – 5, die dann die annähernd kugelige Form der Partikel bilden. Die Partikelgröße beträgt ca. 40 – 50 nm.

Die Schichten selbst liegen parallel zueinander. Jede kann 30 C₆-Ringe enthalten. Im Gegensatz zum Graphit sind die C₆-Ringe unregelmäßig gegeneinander verschoben. Auch die Gitterkonstanten der Kohlenstoffkristalle unterscheiden sich wesentlich von denen für reinen Graphit. Das könnte eine Erklärung dafür sein, dass Acetylenkohlenstoff keine Schmierwirkung hat. Die Zündtemperatur in Luft liegt bei ca. 600 °C. Von Chemikalien wird er kaum angegriffen. Seine Oberflächenaktivität ist gering, d.h. es erfolgt keine Beeinflussung der mit ihm kontaktierten Materialien. Der Wärmeleitfähigkeitswert des Acetylenkohlenstoffes beträgt $\frac{1}{4}$ des Wertes einer Graphitschlempen: $\lambda_c = 0,104 \text{ W/mK} / \lambda_G = 0,422 \text{ W/mK}$ bei 100 °C, d.h. der Kohlenstoff hat eine sehr gute isolierende Wirkung.

Brennerprinzip

Die Auftragung der Kohlenstoffschicht erfolgt mit einem außenmischenden Brenner, einem sog. Hüllstrombrenner. Dabei wird der Brenngasstrom (Acetylen) von einem Sauerstoff- oder Luftstrom umgeben, dem Hüllstrom (Bild 1). Das trägt zur Stabilisierung der Flamme und zur kinetischen Beschleunigung der Kohlenstoffpartikel bei. Außerdem wird vermieden, dass Kohlenstoff in die Umgebung gelangt.

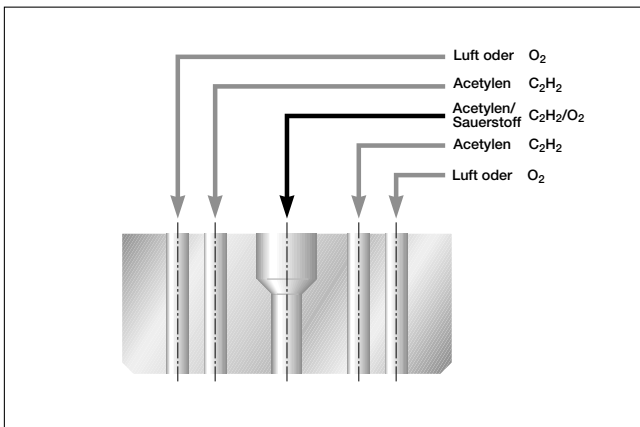


Bild 1 Prinzip Carboflam®-Brenner

Die Zündung erfolgt durch eine permanent brennende, neutral eingestellte Acetylen/Sauerstoff-Flamme. Sie dient gleichzeitig zur Überwachung.

Die Brennerauslegung erfolgt nach den Anforderungen der Produktionsweise und der Formengröße.

Gase

Die Zündflamme ist eine vorgemischte Flamme Acetylen/Sauerstoff $M = 1:1$, die dadurch sehr stabil gegenüber Erschütterungen oder Seitenluft ist.

Die Beschichtungsflamme entsteht durch die Zündung eines Acetylen/Sauerstoff-Gemisches. Vergleiche mit anderen kohlenstoffhaltigen Brenngasen z.B. Ethylen oder Propan haben gezeigt, dass bei gleicher Gasmenge mit Acetylen mindestens die doppelte Kohlenstoffausbeute erzielt wird (Bild 2). Durch den großen Zündbereich von Acetylen mit Sauerstoff, 2,5 – 93 Vol-% Acetylen im Gemisch, ist die Kohlenstoffmenge gut dosierbar. Bei Konstanzhaltung der Parameter Gasdruck und Brennerabstand ist der Auftrag reproduzierbar. Die Schichtdicke ist abhängig von der Gasmenge, vom Mischungsverhältnis Acetylen/Sauerstoff und von der Beschichtungsdauer.

Anwendungsgebiete

Gießverfahren:

- Kokillenguss für Kupfer, Blei, Aluminium, Grauguss
- Strangguss

Pressverfahren:

- Profilpressen für Glas, Aluminium
- Formpressen

Glühprozesse:

- Metallpulver

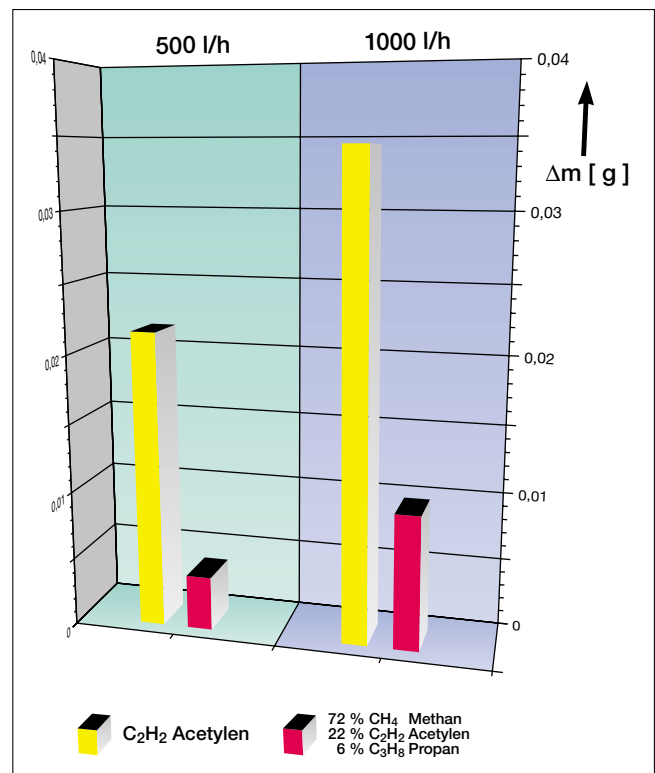


Bild 2 Kohlenstoffmenge bezogen auf die Gasmenge

Verfahren

Pressverfahren

Behälter- und Wirtschaftsglas

Unter dieser Bezeichnung sollen folgende Produkte zusammengefaßt werden:

Behälterglas:

- Glasflaschen
- Flakons
- Konservengläser

Wirtschaftsglas:

- Trinkgläser
- Schalen
- Vasen

Die Behälterglasproduktion erfolgt zum großen Teil auf sog. IS-Maschinen. Diese Maschinen bestehen aus mehreren Einzelstationen (Individual Sections), meist 6 – 12 Stationen pro Maschine. Pro Station können 1 – 4 Formen gleichzeitig mit Glas bestückt werden. Der Achsabstand der Formen liegt jeweils zwischen 4" – 6". Die Glasformung erfolgt in zwei Schritten:

Die Herstellung des sog. Kübels in der Vorform durch Pressluft oder einen Presspegel, dann die Ausformung der Endform in der Nachform durch Pressluft. Daher die Bezeichnung blow-blow oder press-blow.

Das Prinzip der Beschichtung von Formen für die Glasherstellung ist in Bild 3 dargestellt. Sie erfolgt immer in der Vorform.

Die Kohlenstoffbeschichtung erfolgt in der geschlossenen Form und gliedert sich in zwei Phasen.

Die erste ist die sogenannte Spülphase. Hier wird das Luftpolster in der Form durch Sauerstoff verdrängt bzw. verdünnt und eine zündfreudige Atmosphäre geschaffen. In der zweiten Phase wird Acetylen dazugegeben, gezündet und dadurch die Kohlenstoffschicht erzeugt. Die Beschichtung erfolgt je nach Produkt in verschiedenen Taktabständen. Der Brenner muss dafür

mittig über der Form stehen. Die Beschichtungsdauer beträgt ca. $\frac{3}{100}$ Sekunden.

Die Wirtschaftsglasproduktion erfolgt meist auf Karussellmaschinen in einer Stufe. Die Beschichtung erfolgt wie in der Behälterglasherstellung in zwei Phasen.

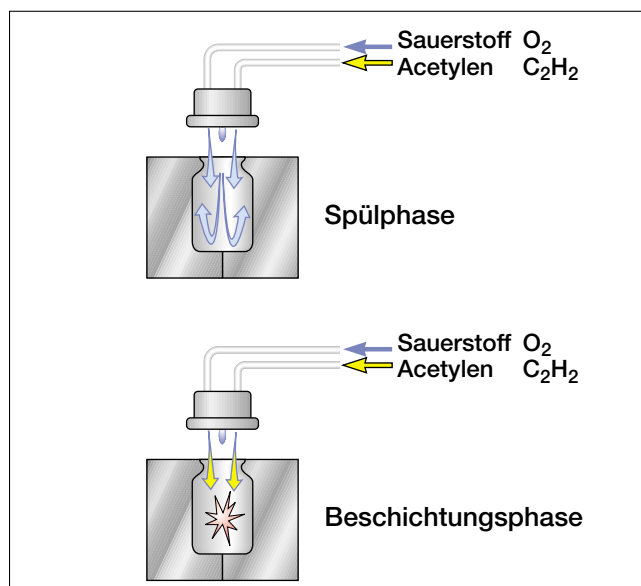


Bild 3 Beschichtungsprinzip von Hohlglasformen

Brennerauslegung

Durch ein Baukastensystem können die Brenner den jeweiligen Formen angepaßt werden. Es gibt Eintropfenbrenner mit und ohne Wasserkühlung (Bild 4). Diese kommen vor allem an Karussellmaschinen für die Produktion von Wirtschaftsglas zum Einsatz.

Zwei- und Dreitropfenbrenner können für verschiedene Achsabstände der Formen (4" – 6") ausgelegt werden (Bild 5). Sie werden vorrangig in IS-Maschinen eingebaut.

Die Gaszufuhr für Acetylen und Sauerstoff wird über Magnetventile gesteuert. Die Gasmengen werden mit Drosseln und entsprechendem Druck reguliert. Die Gasversorgung ist auf Bild 6 zu sehen.

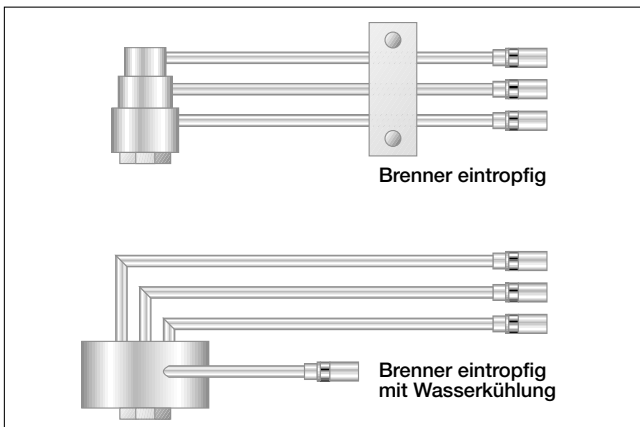


Bild 4 Aufbauprinzip Carboflam®-Brenner eintropfig

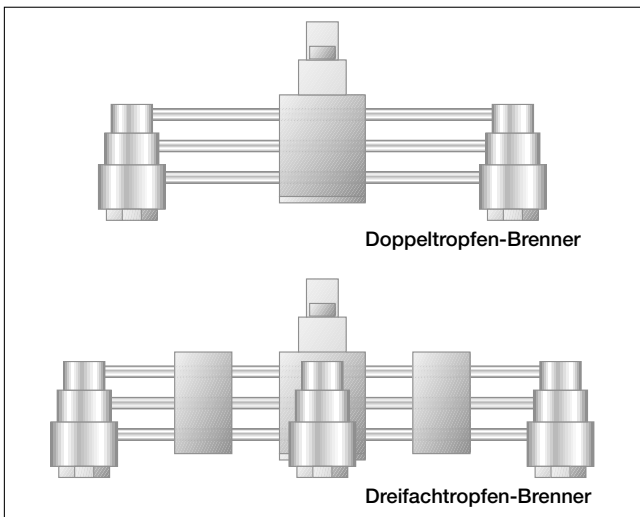


Bild 5 Aufbauprinzip Carboflam®-Brenner zwei- und dreitropfig

Auf Wunsch kann ein pneumatischer Einschub mit Steuerung geliefert werden, der den Brenner über der Form plaziert. Dieser Einschub ist auch für IS-Maschinen ausgelegt.

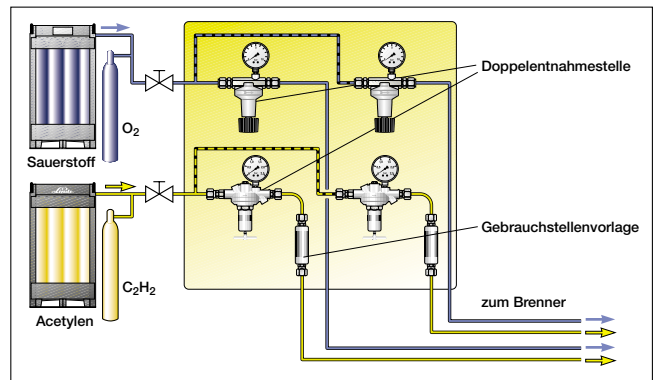


Bild 6 Versorgungsprinzip Carboflam®

Flachglas und technisches Glas

Darunter fallen folgende Produkte:

Flachglas:

- Autoscheiben
- Glasbausteine
- Drahtglas

Technisches Glas:

- Borsilikatglas
- Ampullen
- Röhren

Die Kohlenstoffbeschichtung in der Flachglasproduktion erfolgt mit Spezialbrennern. Bei der Herstellung von Autoscheiben z.B. wird eine punktförmige Beschichtung benötigt. Das Prinzip der Auftragung bleibt gleich.

Borsilikatglas wird ebenfalls mit einem Spezialbrenner, einem sog. Flachbrenner ohne Düsen, beschichtet.

Aluminiumstrangpressen

Bild 7 zeigt schematisch die Beschichtung beim Strangpressen. Der Aluminiumbolzen wird durch eine Matrize gepresst, um ein Alu-Fertigprofil zu formen. Die Kohlenstoffschicht verhindert ein Verkleben von Pressstempel und Bolzen. Der Brenner wird mit Acetylen und Luft betrieben.

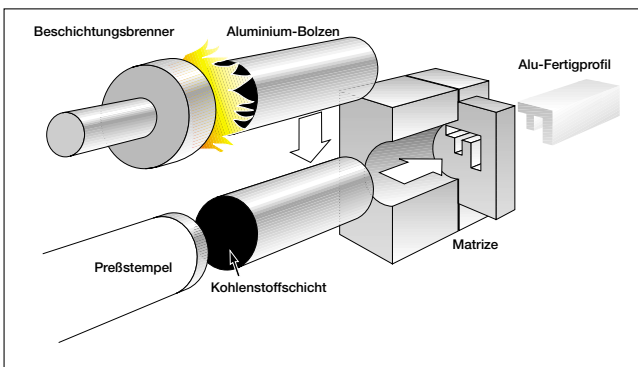


Bild 7 Bolzenbeschichtung beim Aluminium-Strangpressen

Gießverfahren

Grauguss

Bild 8 zeigt die Beschichtung von Kokillen für Kleingussteile in einem Karussell. Der Kohlenstoff bildet eine Trennschicht zwischen Gussteil und Kokille. Der Brenner wird mit Acetylen/Luft betrieben.

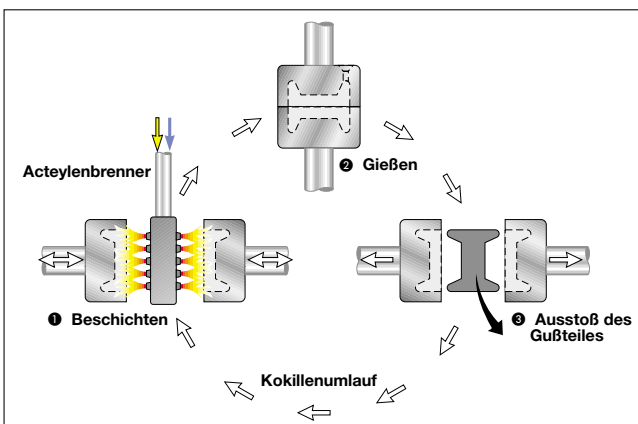


Bild 8 Beschichtung von Kokillen

Kupferstrangguss

Durch die Beschichtung von Gießrädern bei der Herstellung von Kupferbarren (Bild 9) wird ebenfalls ein Festkleben des flüssigen Kupfers am Kupfergießrad vermieden.

Das Gießrad hat ein trapezförmiges Profil, das an der langen Seite von einem Stahlband begrenzt wird. Das Gießrad selbst ist aus Kupfer. Gießrad und Stahlband werden permanent beschichtet.

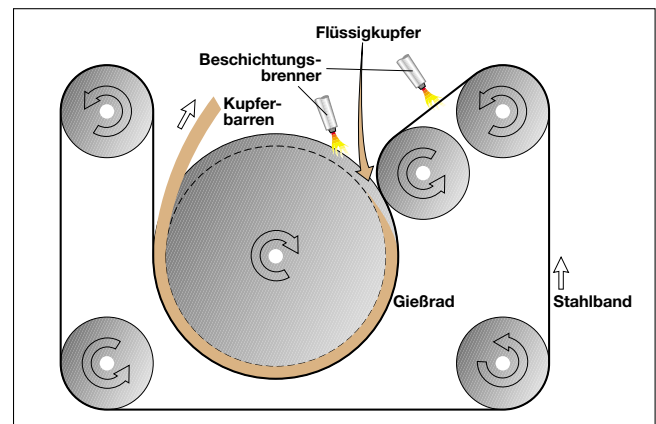


Bild 9 Beschichtung von Gießrädern bei der Herstellung von Kupferbarren

Glühverfahren

Metallpulverglühen

Für die Herstellung von Sintermetallteilen wird Metallpulver mit Wasser versprüht und anschließend in reduzierender Atmosphäre geglüht. Dazu wird das Pulver auf Schüttbleche 0,6 x 1,0 m ca. 5 cm dick geschüttet (Bild 10).

Die Beschichtung mit Kohlenstoff bewirkt ein leichteres Loslösen des Pulverkuchens vom Blech nach dem Glühen. Es sind keine Trennmittelrückstände am Pulver zu finden. Auch die Bleche müssen kaum gereinigt werden.

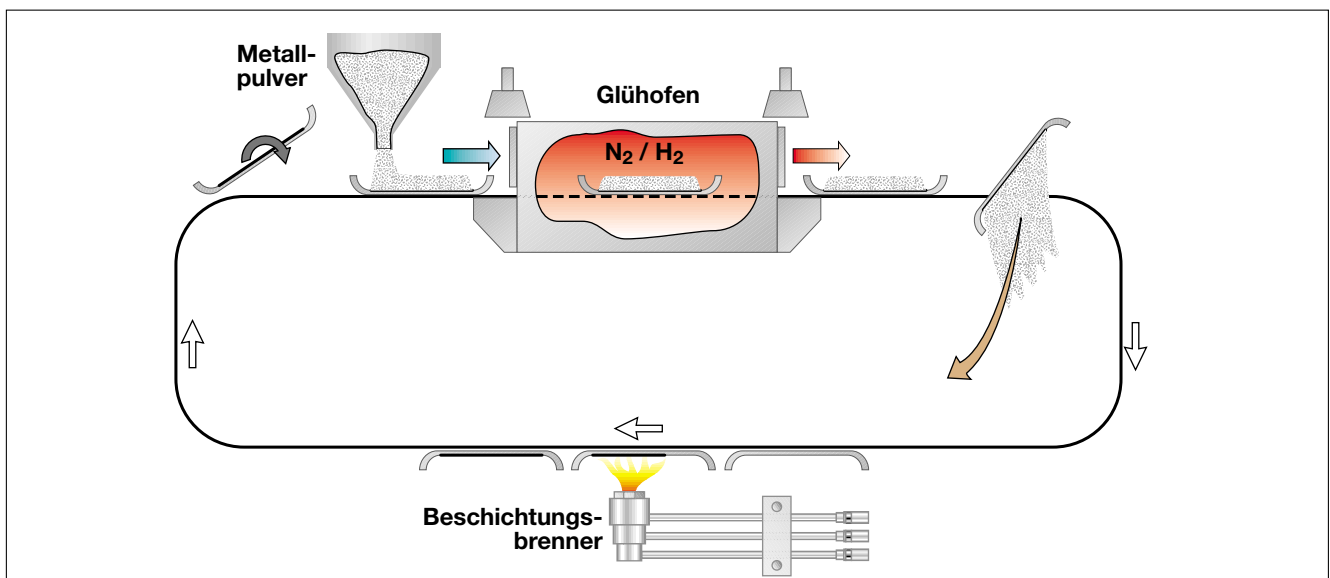


Bild 10 Beschichtung von Schüttblechen beim Metallpulverglühen

Vorteile

Herabsetzung der Arbeitsplatzbelastung durch:

- gezielte und optimal dosierte Auftragung der Kohlenstoffschicht
- kurze Beschichtungszeiten
- Wegfall spezieller Reinigungsverfahren für Formen

Steigerung der Produktqualität durch:

- gute Isolierfähigkeit der Kohlenstoffschicht, damit Verringerung der Bildung von Kaltwellen bei der Glasherstellung

Senkung der Ausschussquote durch:

- Rückstandsfreie Trennwirkung

Erhöhung der Formenstandzeiten durch:

- Wegfall der mechanischen Belastung durch manuelle Auftragung oder Reinigungsverfahren

Flexible Einpassung in automatische Produktionsabläufe durch:

- Kurze Beschichtungszeiten
- Einfache Steuerung
- Hardwaregestaltung im Baukastensystem

Zusammenfassung

Carboflam® ist ein vielseitig einsetzbares Verfahren. Durch die gute Trenn- und Isolierwirkung des Kohlenstoffs kann den verschiedenen Anforderungen der Anwender entsprochen werden. Die Herabsetzung der Arbeitsplatzbelastung durch Dämpfe oder Nebel, die beim Einsatz von Ölen oder Emulsionen entstehen, ist eine Grundforderung. Insbesondere in der Glasindustrie ist die Verschmutzung der Karussell- und IS-Maschinen ein Problem. Daneben wird Carboflam® vor allem zur Verbesserung der Glasqualität eingesetzt. In der metallverarbeitenden Industrie liegt der Schwerpunkt mehr auf der guten Trennwirkung und chemischen Neutralität des Kohlenstoffs gegenüber Produkt und Form.

Durch das Baukastensystem, mit dem die Brenner zusammengesetzt werden, ist eine individuelle Anpassung beim Einbau in Karussell- oder IS-Maschinen möglich.

Kompetenz vor Ort – Technische Gase von Linde

Änderungen vorbehalten • Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

0500 - 1,3 ku
8591/0



Technische Gase von Linde sind dabei, wenn geschweißt, gefroren oder angetrieben wird, wenn geschmolzen und wärmebehandelt wird, wenn erwärmt, industriell gereinigt, beatmet oder getestet werden soll. Sie verbessern die Lebensqualität, helfen, wirtschaftlicher zu produzieren und damit die Zukunft zu sichern.

Hierbei bieten wir Beratung und Know-how, kundenspezifische Hardware und Versuchsdurchführungen für Kunden sowie das gesamte Handling rund um's Gas.

Ein wirtschaftliches Versorgungskonzept nach den Wünschen unserer Kunden ist selbstverständlich: Gasflaschen und Flaschenbündel, Tankversorgung mit tiefkalt verflüssigten Gasen, das ECOVAR®-Versorgungskonzept und die Rohrleitungsversorgung.

HOTLINE
01803-163 263
Rufen Sie uns an!
Montag - Freitag 8.00 - 16.00 Uhr
für Ihre technischen Fragen
„Rund um's Gas“

Linde

Linde Technische Gase GmbH
Seitnerstraße 70
82049 Höllriegelskreuth
Telefon (0 89) 74 46-0
Telefax (0 89) 74 46-1230
<http://www.Linde.de/Linde-Gas>

Ihr Vertriebszentrum:

Berlin Tel. (0 30) 6 09 08-0, **Düsseldorf** Tel. (02 11) 74 81-0, **Hamburg** Tel. (0 40) 85 31 21-0,
Hannover Tel. (05 11) 2 79 93-0, **Köln** Tel. (0 22 36) 39 08-0, **Leuna** Tel. (0 34 61) 8 53-0,
Mainz Tel. (0 61 34) 208-0, **München** Tel. (0 89) 3 10 01-0, **Nürnberg** Tel. (09 11) 42 38-0,
Stuttgart Tel. (07 11) 8 00 02-0