

## **Automatisiertes Reinigen in der Kunststoffindustrie**

*Trennmittel werden, unabhängig von ihrem Abtrag, auf die gesamte Form aufgetragen. Der unterschiedliche Abtrag erfordert, zur Sicherung der Qualität, eine Reinigung der Form. Ein Zusammenhang zwischen dem Auftragen des Trennmittels und der Reinigung wird von der Industrie nicht gesehen. SRT hat die Zusammenhänge untersucht und Lösungen zur Reduzierung des Reinigungsaufwandes und zur Senkung des Trennmittelverbrauchs erarbeitet.*

In der Kunststoff- und Gummiindustrie werden Formen zur Fertigung (z. B. von Armaturenblechern für PKW, Hutablagen, Fußmatten, Sitze usw.) eingesetzt. Diese Formen müssen, um das Entnehmen nach der Formgebung zu ermöglichen, mit einem Trennmittel versehen werden. Das Trennmittel wird, durch den Werkstoff oder durch die Fließbewegungen des Werkstoffes, an einigen Stellen der Form abgetragen und an anderen Stellen (Vertiefungen, Schrift, Radien) abgelagert. Der örtliche Abtrag des Trennmittels erfordert ein regelmäßiges Auftragen und die ungleichmäßige Ablagerung erfordert, in bestimmten Abständen, eine Reinigung.

In Gummiformen kommt es, durch die in der Form ablaufenden Vulkanisationsvorgänge, zu Ablagerungen. Diese Ablagerungen führen ab einer bestimmten Größe zu Qualitätsmängeln.

Für die Reinigung gibt es verschiedene Möglichkeiten z. B. die Reinigung mit Lösungsmitteln, die Reinigung in Tauchbädern, die Reinigung mit Wasserhochdruck oder das Strahlen mit festen Strahlmitteln. Diese Reinigungstechnologien erfordern zusätzliche Arbeitsgänge wie Abfahren der Temperatur, Ausbau, Trocknen u.a.. Diese zusätzlichen Arbeitsgänge sind mit Stillständen und damit mit Produktionsausfällen verbunden.

Das CO<sub>2</sub>-Strahlverfahren hat sich als schonendes Reinigungsverfahren für Formen und Anlagen erwiesen. Ein wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens ist, dass die Reinigung in der Anlage, bei Betriebstemperatur, ohne Rückstände erfolgen kann.

Als nachteilig für eine effektive Reinigung, insbesondere bei Formen auf Rundtischen und Fertigungsketten, hat sich die eingeschränkte Zugänglichkeit für das Reinigungspersonal, durch das allseitige Öffnen der Form und die Abmessungen der Standarddüsen, erwiesen. Dadurch werden bestimmte Flächen blind gereinigt bzw. es wird gegen die Vorschriften des Arbeitsschutzes verstoßen.

In Grundlagenuntersuchungen hat SRT die Voraussetzungen für eine Automatisierung geschaffen. Mit der Entwicklung eines Rotationsgetriebes (Bild 1), das in der robotergestützten Reinigungstechnologie zur Reinigung von Reifenformen in der Anlage mit Erfolg in der Praxis eingesetzt wurde, konnte SRT die Flächenleistung wesentlich erhöhen und gleichzeitig den Strahlmittelverbrauch reduzieren.

Erreicht wird dies durch die Auslenkung der Strahldüse um einen bestimmten Winkel von der Strahlachse, bei gleichzeitiger Rotation um die Strahlachse. Diese Lösung hat sich für große Flächen, Reifenformen, Walzen und Trommeln bewährt. Für Formen mit unterschiedlicher bzw. wechselnder Geometrie, für Bauteile mit Hinterschneidungen oder für Gitterkonstruktionen ist dieses Rotationsgetriebe, bedingt durch die feste Auslenkung, nicht geeignet.

Im Rahmen der weiteren Entwicklung wurde das Rotationsgetriebe modifiziert und ein Schrittmotor, zum Erreichen einer bestimmten Stellung der Strahldüse zum Werkstück, eingesetzt. Damit wurde es möglich, auch Hinterschneidungen und schwer zugängliche Bereiche zu reinigen.

Auch die Größe der CO<sub>2</sub>-Pellets setzt Grenzen in der Anwendbarkeit der CO<sub>2</sub>-Strahltechnik. Die Standardpellets haben eine zylindrische Form und einen Nenndurchmesser von 2,8 mm. Diese Pellets werden von der Gaseindustrie angeboten und zum Einsatzort transportiert oder sie können mit Pelletizern der Firma ASCO direkt vor Ort gefertigt werden.

Für tiefe und schmale Nuten in der Form (z. B. bei Stabilisierungsrippen an Kunststoffteilen) oder enge Radien mit Hinterschnitten können diese Pellets nicht eingesetzt werden. Dies sind zwar nur ca. 5 % der zu reinigenden Fläche, aber eine Reinigung von nur 95 % der Form ist für den Kunden nicht akzeptabel, da gerade diese Bereiche der Anlass für Qualitätsmängel und Reklamationen sind.

Pellets mit kleinerem Durchmesser können zwar hergestellt aber nicht transportiert werden. Eine Fertigung dieser Pellets direkt beim Kunden ist nur sinnvoll, wenn große Mengen benötigt werden.

Die Firma ASCO hat für ihre Strahlanlagen Zusatzvorrichtungen entwickelt, die die handelsüblichen Pellets von 2,8 mm unmittelbar vor der Strahldüse zerkleinern und somit die Reinigung dieser kritischen Bereiche weitestgehend ermöglichen.

In den letzten Monaten haben verschiedene Unternehmen das CO<sub>2</sub>-Schneestrahlen zur Reinigung von Formen und Werkzeugen auf den Markt gebracht. Der CO<sub>2</sub>-Schnee wird einem Druckluftstrahl mit hoher Geschwindigkeit injiziert. Damit sind die theoretischen Voraussetzungen zur Reinigung, der mit CO<sub>2</sub>-Pellets nicht zu reinigenden Flächen, gegeben.

Die Reinigung erfordert jedoch zwei unabhängige Strahlanlagen und einen oder mehrere Düsenwechsel, wenn die Verunreinigungen aus der Nut mit CO<sub>2</sub>-Schnee und von der Fläche mit CO<sub>2</sub>-Pellets entfernt werden soll. Bei der manuellen Reinigung stellt der Düsenwechsel kein Problem dar, aber bei der automatisierten Reinigung, die meist in geschlossenen Kabinen oder in abgesperrten Bereichen stattfindet, sollte der Düsenwechsel automatisiert werden.

Bei der Reinigung mit CO<sub>2</sub>-Pellets oder CO<sub>2</sub>-Schnee wird das Trennmittel auch aus den „Poren“ der Formen entfernt. Ein einmaliges Auftragen des Trennmittels, so wie es im normalen Arbeitszyklus ausgeführt wird, ist nicht ausreichend. Die Formen müssen nach der Reinigung z. T. 3x den Arbeitszyklus durchlaufen, bis sie wieder mit Material befüllt werden können.

Das Trennmittel wird in der gesamten Form, einschliesslich der Trennebene, aufgetragen. Auch auf die Bereiche der Trennmittelanreicherung, wird zusätzlich Trennmittel gesprüht.

Aus diesen aufgeführten Fakten ist zu erkennen, dass zwischen dem Trennmittelauftrag und der Reinigung ein gewisser Zusammenhang besteht. Dieser Zusammenhang wird aber von der Industrie nicht gesehen. Die Vorgänge werden zeitlich und fertigungstechnisch getrennt betrachtet. Das Auftragen des Trennmittels ist Bestandteil des Fertigungsprozesses. Das Reinigen wird, bedingt durch den erforderlichen Stillstand, meist an Wochenenden oder bei Qualitätseinbrüchen und dann manuell durchgeführt.

## Untersuchungen über

- Einsparung von Trennmittel
- Verringerung der Stillstandszeiten
- Reduzierung des Aufwandes für das Entgraten
- Maßstabilität
- Verlängerung der Einsatzzyklen
- Fehlerquoten
- Reduzierung der Neben- und Hilfszeiten
- Reinigungsintensität

wurden nicht durchgeführt.

SRT hat die beiden Arbeitsabläufe näher untersucht und erkannt, dass, wenn das Auftragen des Trennmittels und die Reinigung der Formen als eine Einheit angesehen wird, ein großes Potential zur Kostensenkung besteht.

Das Auftragen des Trennmittels erfolgt in den meisten Fällen manuell mit Hilfe einer Sprühpistole. Die Menge des Auftrages wird nur über die Sprühzeit bzw. Auftragsgeschwindigkeit geregelt, nicht über eine Dosierung in Abhängigkeit von der geometrischen Form bzw. der Ablagerung im Werkzeug. Der PU-Schaum oder die Spritzmasse wird über einen Einspritzkanal in die geschlossene Form gespritzt und fließt nach den Seiten und füllt die Form gleichmäßig aus. Beim Fließen wird das Trennmittel unterschiedlich abgetragen oder wie eine „Bugwelle“ vor der Masse hergeschoben und füllt Nuten und Vertiefungen aus bzw. lagert sich an Kanten und Radien an. Diese Ablagerungen beeinflussen die Qualität des Bauteiles und müssen in bestimmten Abständen entfernt werden. Neben der eigentlichen Form wird auch die Schliessebene des Werkzeuges mit Trennmittel versehen und damit eine höhere Gratbildung und massliche Veränderungen in Kauf genommen.

Das Trennmittel wird auf die gesamte Form gesprüht. Auch auf die Bereiche der Ablagerungen. Damit wird die bereits vorhandene Ablagerung zusätzlich vergrößert. Beim Reinigen wird die gesamte Form gereinigt. Auch die Bereiche, in denen das Trennmittel durch das Fließen reduziert wird.

Einer Senkung der Kosten und der Stillstandszeiten bei einer effektiven Reinigung liegt folgender Gedanke zugrunde:

„Werden nur die Bereiche mit Trennmittel versehen, in denen es tatsächlich abgetragen wird, und werden nur die Bereiche in denen es zu Ablagerungen kommt, mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten gereinigt, erhöht sich die Einsatzzeit der Formen, der Trennmittelbedarf wird reduziert und die Stillstandszeit bzw. die Reinigungszeit wird verkürzt.“

Die praktische Umsetzung dieses Gedanken ist nur bei einer Mechanisierung der Arbeitsabläufe möglich, da eine manuelle Reinigung bzw. ein manueller Trennmittelauftrag keine Abgrenzung der verschiedenen Bereiche im Werkzeug gewährleistet.

Von SRT wurden verschiedene Varianten zur Umsetzung erarbeitet:

- Austausch der Arbeitsköpfe
- Kombination der Abläufe
- Reinigung an einer zentralen Position

### 1. Austausch der Arbeitsköpfe

Der Austausch des Sprühkopfes für den Trennmittelauftrag, gegen einen Reinigungskopf, ist ein erster Schritt zur Kostenminimierung.

Bei dem im Bild 2 gezeigten Reinigungskopf handelt es sich um eine Entwicklung von SRT. Der Roboter besitzt einen Sprühkopf und wird bei Normalbetrieb zum Auftragen des Trennmittels innerhalb jedes Arbeitszyklus genutzt. Zur Reinigung wird der Sprühkopf gegen den Reinigungskopf ausgetauscht und die Reinigung erfolgt nach einem weiteren, im Roboter gespeicherten Programm.

Die Intensität der Reinigung ist von der Geschwindigkeit, mit der die Strahldüse über die zu reinigende Fläche bewegt wird, abhängig. Die Reinigungsintensität wiederum beeinflusst den Trennmittelauftrag nach der Reinigung. Die Abhängigkeit kann nur im Rahmen von Versuchen geklärt werden.

Das Auswechseln der Reinigungsköpfe kann manuell oder mit Hilfe spezieller Wechsellvorrichtungen erfolgen.

### 2. Kombination der Abläufe

Bei der Kombination der Abläufe gibt es verschiedene Ausführungsvarianten. Die erste Variante sieht einen transportablen Roboter, für die Reinigung und ein festes Achssystem zum Auftragen des Trennmittels, vor. Das Trennmittel wird in einer Kabine auf die Form gesprüht. Zur Reinigung wird der Roboter vor den Rundtisch oder die Transportkette gefahren und positioniert. Die Programme zur Reinigung der Formen sind komplett oder in Teilschritten gespeichert und werden, entsprechend der Positionierung der Form, abgerufen. Die Reinigung kann entweder innerhalb der Pausen in Teilschritten oder als Grundreinigung ausgeführt werden.

Die zweite Variante besteht aus einem Roboter zum Auftragen des Trennmittels und einem Reinigungsroboter. Die beiden Roboter sind steuerungstechnisch miteinander verbunden. Das Trennmittel wird in Abhängigkeit vom Abtrag aufgetragen. Die Reinigung erfolgt in festgelegten zeitlichen Abständen an Teilflächen der Form. Die Reihenfolge der Teilflächenreinigung sowie die zeitlichen Abstände der Reinigung der Teilflächen ist von dem Aufbau des Trennmittels in der Form und von der geforderten Qualität des Formteils abhängig.

### 3. Reinigung an einer zentralen Position

Die zu reinigende Form wird entweder durch ein Fahrsystem oder nach der Demontage zur Reinigungsstation gebracht. In der Reinigungsstation wird die Form vor dem Roboter positioniert. Nach Wahl des Arbeitsprogramms werden im ersten Schritt die entsprechenden Strahldüsen und Reinigungstechnologien ausgewählt und das Reinigungsprogramm abgearbeitet. Anschließend wird, nach entsprechendem Werkzeugwechsel, im zweiten Schritt die Form mit Trennmittel eingesprüht. Das Auftragen des Trennmittels erfolgt in Abhängigkeit von der Intensität der Reinigung. Im dritten Schritt wird, wenn es für den weiteren Einsatz erforderlich ist, die Form auf Betriebstemperatur gebracht, damit sie nach dem Verlassen der Reinigungsstation sofort einsatzbereit ist. Die zur Reinigung benötigten Pellets werden direkt vom Pelletizer in die Strahlanlage gefüllt. Damit entfällt das bekannte Befüllen der Strahlanlage und die Kontrolle des Strahlvorgangs.

Diese beschriebenen Reinigungsvarianten sind Prinziplösungen und stellen keine Standardlösung dar. Die Untersuchungen in verschiedenen Unternehmen haben gezeigt, dass eine gute Lösung nicht direkt auf andere Projekte übertragbar ist.

Von der Arbeitsgemeinschaft ASSCO/SRT werden die unterschiedlichen Lösungsvarianten komplett, d. h. von den Versuchen zur Bestimmung der Technologie und der Auswahl der Strahlanlagen, über die Lieferung der gesamten erforderlichen Technik (CO<sub>2</sub>-Tank, Pelletizer, Strahlanlage, Sicherheitssystem usw.) bis zum Service und der CO<sub>2</sub>-Versorgung, angeboten.

Unter [www.ascoco2.com](http://www.ascoco2.com) und [www.srt-halle.de](http://www.srt-halle.de) finden Sie weitere Informationen über die Unternehmen und die CO<sub>2</sub>-Strahltechnik.

