

VOC-haltige Lösungsmittel ersetzen

VOC-haltige Lösungsmittel werden häufig als Reinigungsmittel in Industrie und Gewerbe eingesetzt. Allerdings wäre es sinnvoller, diese durch umweltschonendere Lösungsmittel zu ersetzen. Vorgestellt werden drei Beispiele.



Abbildung 1: VOC-haltige Lösungsmittel.

VON JEAN-MARC STOLL UND SANDRO SCHÄRER

Regelmässig steigen die Ozonwerte in den Sommermonaten über die Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung und bewirken bei vielen Menschen Gesundheitsbeschwerden. Mitverantwortlich für diese Umweltbelastung sind die flüchtigen organischen Verbindungen (volatile organic compounds, VOC), die zu den Vorläufersubstanzen bei der Bildung von bodennahem Ozon gehören.

In der Schweiz stammen 80 Prozent der VOC-Emissionen aus Lösungsmitteln, die in der Industrie und im Gewerbe eingesetzt werden (Quelle: Bundesamt für Umwelt). Es ist daher naheliegend nach Möglichkeiten zu

suchen, die VOC-haltigen Lösungsmittel durch umweltschonendere Lösungsmittel zu ersetzen. Das Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (Umtec) in Rapperswil hat sich auf diese Aufgabe spezialisiert und in den vergangenen Jahren verschiedene Projekte im Bereich «Ersetzen von VOC-haltigen Lösungsmitteln» durchgeführt.

Anlass für die Suche nach VOC-freien Lösungsmittel-Alternativen ist neben dem Umweltaspekt vor allem die VOC-Lenkungsabgabe (3 Franken pro kg Lösungsmittel), die Sicherheit im Betrieb (VOC-haltige Lösungsmittel sind feuergefährlich), sowie die Gesundheit der Mitarbeitenden (VOC-haltige Lösungsmittel sind oft gesundheitsgefährdend).

Gleiche Reinigungsleistung

VOC-haltige Lösungsmittel werden oft als Reinigungsmittel in industriellen Prozessen eingesetzt. Dabei nützt man die hervorragenden Eigenschaften dieser Lösungsmittel beim Lösen von Verunreinigungen wie z.B. Schmierfett. Nach der Reinigung verdampfen VOC-haltige Lösungsmittel von selbst, so dass eine anschliessende

Trocknung der behandelten Werkstücke in der Regel nicht nötig ist. Dabei wurden in der Vergangenheit die Reinigungsprozesse nur bezüglich dem Faktor «Chemie» optimiert. Andere Faktoren, die den Reinigungsprozess verbessern können (Mechanik, Temperatur und Zeit), wurden häufig nicht beachtet. Weil Nachteile wie Umweltbelastung, Brennbarkeit und Gesundheitsgefährdung früher keine Rolle spielten, war dies auch gar nicht nötig. Heute werden industrielle Prozesse jedoch ganzheitlich betrachtet. Aus diesem Grund kann zum Beispiel durch die Wahl einer höheren Temperatur der Nachteil von schlechteren Löseigenschaften wettgemacht werden. Damit wird die gleiche Reinigungsleistung bei einer kleineren Belastung von Umwelt, Sicherheit und Gesundheit erreicht.

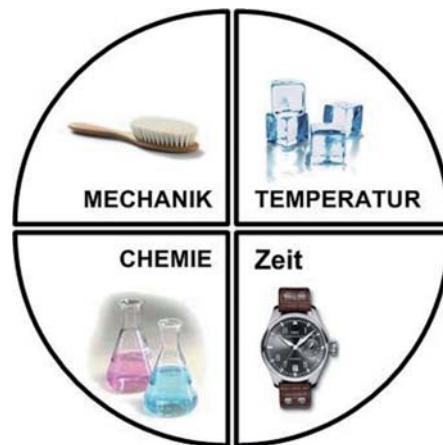


Abbildung 2: Die vier Faktoren beim Reinigungsprozess («Sinner'scher Kreis»).

Projekt I: Aceton

Bei einer Produktionsfirma im Raum Rapperswil wurde bis vor einem Jahr Aceton zur Entfernung von Klebstoffresten in einer Produktionsanlage verwendet. Aceton gehört zu den leicht flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) und ist mit einer VOC-Abgabe belegt. Aceton ist leicht entzündlich, umweltschädigend und

Dr. Jean-Marc Stoll

Professor für Chemie, Fachstellenleiter am Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (Umtec) der HSR Hochschule für Technik in Rapperswil.

Sandro Schärer

Maschineningenieur, FH, Projektingenieur am Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (Umtec) der HSR Hochschule für Technik in Rapperswil.

die Dämpfe belasten die Mitarbeitenden. Diese Gründe haben dazu geführt, dass das Umtec beauftragt wurde, eine Alternative für Aceton zu suchen.

Zunächst wurden aus einer Datenbank für Lösungsmittel diejenigen ermittelt, die bezüglich Entzündlichkeit, Gesundheitsgefährdung und Umweltverträglichkeit besser abschnitten als Aceton. Schliesslich konnten mit 13 Lösungsmitteln im Labor praktische Versuche durchgeführt werden. Dazu wurden Aluminiumplatten mit dem Klebstoff bestrichen und in Aceton (siehe Abbildung 3) sowie in alternative Lösungsmittel (siehe Abbildung 4) getaucht. Die Lösungsmittel wurden mit einem Magnetrührer gerührt und nach einer definierten Zeit wurde von Auge beurteilt, wie gut sich der Klebstoff von den Aluminiumplatten gelöst hatte. Bei drei der untersuchten Lösungsmitteln waren die Lösungseigenschaften zufrieden stellend, so dass das günstigste in Versuchen direkt in der Produktionsfirma getestet wurde. Preislich liegt dieses mit 5 Franken pro Liter (4 Franken pro Liter Lösungsmittel plus 1 Franken für die Entsorgung)



Abbildung 5: Drehteil Décolleteure.

zwar leicht über dem Aceton (4,30 Franken pro Liter), weil beim Aceton in Folge von Verdunstung die Entsorgungskosten wegfallen. Auf Grund der Vorteile bezüglich Sicherheit und Schutz der Mitarbeitenden war es für die Produktionsfirma aber trotzdem interessant.

Heute ist die Firma dabei, die praktischen Umsetzungen im Betrieb durchzuführen. Das neue Lösungsmittel zeichnet sich durch ein geringeres Sicherheitsrisiko bezüglich Entzünd-

lichkeit und eine erhöhte Umweltfreundlichkeit aus. Im Weiteren muss keine VOC-Abgabe mehr entrichtet werden.

Projekt II: Benzin

Bei der Produktion von kleinsten Metallteilen (wenige Millimeter gross, siehe Abbildung 5) verwenden die so genannten Décolleteure im Berner Jura Benzin zur Entfernung von Schmierölen. Die Décolleteure sind einer grossen Konkurrenz aus Asien ausgesetzt und leiden deshalb stark unter der VOC-Abgabe. Deshalb wurde das Umtec (in Zusammenarbeit mit der welschen und der nordwestschweizerischen Fachhochschule) beauftragt, nach Alternativen zur heute gängigen Reinigung mit Benzin zu suchen. Da die untersuchten Teile sehr klein waren, war eine optische Beurteilung der Reinigungswirkung nicht möglich. Deshalb wurde die Beurteilung mittels Gas-Chromatographie durchgeführt. Dazu wurde das Rest-Öl der gereinigten Teile mit Cyclohexan gelöst. Das Cyclohexan wurde danach mittels Gas-Chromatographie analysiert. Mit dieser Analyse können kleinste Spuren von Öl nachgewiesen und quantifiziert werden.

In den Abbildungen 6 bis 9 sind ein paar Resultate dieser Analysen, die Chromatogramme dargestellt. Darin entspricht jeder Ausschlag einer einzelnen Substanz. Die Ausschläge im linken Viertel der Chromatogramme stammen von Verunreinigungen im Cyclohexan und haben mit dem Öl nichts zu tun. Das Öl, ein Gemisch von vielen Einzelsubstanzen, erscheint als Hügel in der Mitte des Chromatogramms, wobei die rot begrenzte Fläche unter der Kurve proportional zur Rest-Öl-Menge ist. Durch die Analyse eines ungereinigten Teilchens (Abbildung 6, entspricht 100% Öl) kann das System kalibriert werden. Die Rest-Öl-Mengen der gereinigten Teilchen können dann im Verhältnis zum ungereinigten Teilchen berechnet werden (Abbildungen 6 bis 9).



Abbildung 3: Nullversuch mit Aceton.



Abbildung 4: Versuche mit einem alternativen Lösungsmittel.

Bei einem der untersuchten alternativen Lösungsmittel wurde eine Reinigungsleistung beobachtet, die gleich gut war wie beim Benzin (siehe Abbildung 8). Der Preis für dieses Lösungsmittel liegt mit etwa 5 Franken pro Liter rund 20 Prozent tiefer als der Benzinpreis (rund 6 Franken pro Liter, inkl. VOC-Abgabe). In den nächsten Monaten wird das vorgeschlagene alternative Lösungsmittel direkt in einem Décolletage-Betrieb getestet.

Projekt III: Perchlorethylen

In einem St. Galler Betrieb werden die produzierten Metallteile zurzeit mit Perchlorethylen (PER) gereinigt. Das Betriebsgelände steht in einer Grundwasserschutzzone, weshalb das eingesetzte PER eine spezielle Gefährdung darstellt. Deshalb hat der Betrieb das Umtec beauftragt, nach einer umweltfreundlicheren Variante zu suchen.

Das Projekt, das sich in der Startphase befindet, wird neben einem chemischen auch einen mechanischen Teil beinhalten. Dabei sollen die Werkstücke so im Lösungsmittel bewegt werden, dass sie gereinigt, aber nicht beschädigt werden.

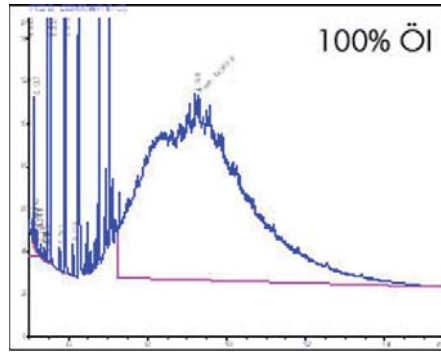


Abbildung 6: Chromatogramm eines ungereinigten Teilchens.

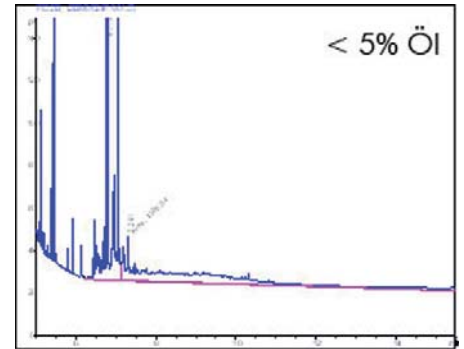


Abbildung 7: Chromatogramm eines mit Benzin gereinigten Teilchens.

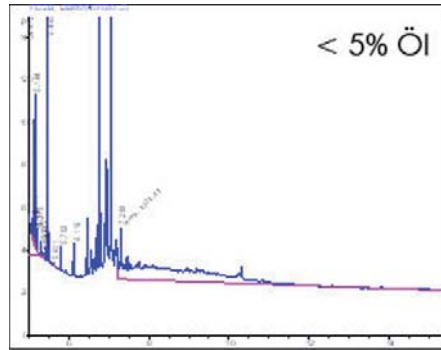


Abbildung 8: Chromatogramm eines mit einem alternativen Lösungsmittel gereinigten Teilchens.

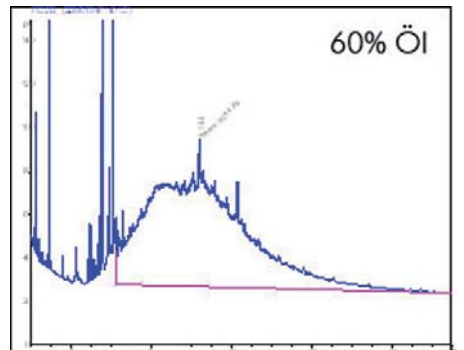


Abbildung 9: Chromatogramm einer ungenügenden Reinigung eines Lösungsmittels.