

OPTIMIERUNG VON LACKIERPROZESSEN

Runter mit VOC-Emissionen und Kosten

Seit dem 31. Oktober 2007 müssten alle Lackierbetriebe die Anforderungen der europäischen VOC-Richtlinie erfüllen. Doch die Praxis sieht anders aus. Der Beitrag beschreibt die Gründe für die mangelnde Bereitschaft, auf emissionsarme und -freie Verfahren umzustellen, und zeigt Lösungswege zur Einhaltung der Richtlinie auf.

— Zum Schutz der Bevölkerung vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch Luftschadstoffe hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) eine Immissionskonzentration für bodennahes Ozon von 120 Mikrogramm pro Normkubikmeter Luft festgelegt.

Vorläufersubstanzen für die Ozonbildung sind Stickoxide (NO_x) und VOC. Berechnungen haben ergeben, dass die Emissionen dieser Substanzen um 70 bis 80 % gegenüber 1990 in ganz Mitteleuropa verringert werden müssen, um den WHO-Grenzwert einhalten zu können. In Göteborg wurde im Dezember 1999 von der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN-ECE) von über 30 Mitgliedstaaten ein UN ECE-Protokoll unter anderem zur Bekämpfung von bodennahem Ozon gezeichnet.

Es wurde die Verminderung von vier grenzüberschreitenden Schadstoffen, unter anderem VOC, beschlossen. Zentrale Regelung ist die Festlegung von nationalen Emissionsobergrenzen für jeden Staat. Die Emissionen von VOC müssen bis zum Jahre 2010, verglichen mit

1990, insgesamt um 41 % reduziert werden. Deutschland hat eine Emissionsreduzierung von 69 % für VOC auf insgesamt 995 000 Tonnen zugesagt. Dieser Wert ist in die 33. BImSchV als Emissionshöchstmenge übernommen worden.

Bis zum Ende der neunziger Jahre wurde in Deutschland ein deutlicher Reduzierungserfolg um fast 50 % – überwiegend aus dem Verkehrssektor – erreicht. Minderungen bei den Lösemittelanwendungen, und dazu gehört mit fast 40 % die Lackverarbeitung, sind im Wesentlichen nicht erfolgt.

Um eine Reduktion der VOC-Emissionen, insbesondere bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen zu erreichen, hat der europäische Ministerrat am

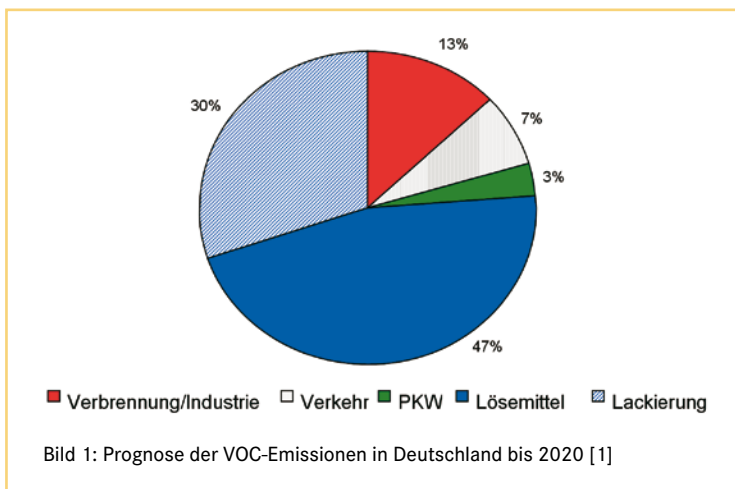
11. März 1999 die Richtlinie 1999/13/EG des Rates über die Begrenzung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen, die bei bestimmten Tätigkeiten und in bestimmten Anlagen bei Verwendung organischer Lösemittel entstehen, verabschiedet.

Neue Zahlen, veröffentlicht vom Umweltbundesamt zeigen, dass das Ziel auf Grund der Minderungsmaßnahmen durch die Umsetzung der EG-Richtlinie mittels der 31. BImSchV bis 2010 knapp erreicht wird, danach wird aber ein weiterer Anstieg der VOC-Emissionen aus den Bereichen Lösemittelanwendung und Lackierung prognostiziert, wobei die Emissionen aus den anderen Bereichen weiter zurückgehen. Allein

die Lackierung erzeugt 2020 demnach 30 % der VOC-Gesamtemissionen, die Lösemittelanwendung mit der Lackierung gemeinsam 76 %, wie in Bild 1 dargestellt.

Möglichkeiten zur Erfüllung der Anforderungen

Diese Richtlinie betrifft über 20 industrielle und gewerbliche Anwendungsbereiche, in denen organische Lösemittel



zum Einsatz kommen. Die Umsetzung der Richtlinie 1999/13/EG in Deutsches Recht erfolgte am 25. August 2001 in Form der 31. Bundes-Immissionsschutzverordnung (31. BImSchV).

Von der 31. BImSchV sind unter anderem folgende Bereiche betroffen:

- Reinigung der Oberflächen von Materialien oder Produkten
- Serienbeschichtung von Kraftfahrzeugen, Fahrerhäusern, Nutzfahrzeugen, Bussen oder Schienenfahrzeugen
- Fahrzeugreparaturlackierungen
- Beschichten von Bandblech
- Beschichten von Wickeldraht
- Beschichten von sonstigen Metall- oder Kunststoffoberflächen
- Beschichten von Holz oder Holzwerkstoffen

Die 31. BImSchV regelt die Begrenzung von Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC), die bei bestimmten Tätigkeiten und in bestimmten Anlagen bei Verwendung von organischen Lösemitteln entstehen. Ziel ist die Verminderung von VOC-Emissionen und Schutz der menschlichen Gesundheit.

Von den circa 50 000 Lack verarbeitenden Betrieben in Deutschland fielen bis zur Verabschiedung der 31. BImSchV etwa 500 Betriebe unter die (alte) TA Luft, in den Anwendungsbereich der VOC-Verordnung fallen rund 18 000 Betriebe. [2]

Grundsätzlich sind die anlagen- und tätigkeitsbezogenen, speziellen Anforderungen der Verordnung auf zwei Wegen zu erfüllen:

1. Einhaltung der anlagen- und tätigkeitsbezogenen Grenzwerte für gefasste Abgase in Milligramm Kohlenstoff pro Kubikmeter Luft, für diffuse Emissionen als Prozentsatz der eingesetzten Menge organischer Lösemittel und für die Gesamtemission.

Die Einhaltung der Grenzwerte in gefassten Abgasen ist nur durch Einsatz einer Abluftreinigung zu erreichen. Unbehandelte gefasste Abgase gelten



beispielsweise bei der Fahrzeuglackierung, bei der Beschichtung von Bandblech, von sonstigen Metall- oder Kunststoffoberflächen sowie bei der Beschichtung von Holz- oder Holzwerkstoffen als diffuse Emissionen.

2. Durchführung eines Reduzierungsplanes, wodurch eine Emissionsminderung mindestens in gleicher Höhe wie bei Einhaltung der Grenzwerte erreicht wird (allgemeiner Reduzierungsplan).

Neben dem allgemeinen Reduzierungsplan gibt es spezielle Reduzierungspläne, bei denen eine Bezugsemission auf Grundlage des Verhältnisses von Festkörper zu organischen Lösemitteln unter Berücksichtigung des Standes der Technik festgelegt ist. Aus der Bezugsemission errechnet sich die Zielemission durch Multiplikation mit einem Prozentsatz, der sich aus dem Grenzwert der diffusen Emission und dem Prozentsatz des nicht in der Abgasbehandlung gereinigten Anteils (100 % – angenommener Wirkungsgrad) zusammensetzt.

Bei Einhaltung der Zielemission ist ein gesonderter Nachweis der Gleichwertigkeit nicht erforderlich. Darüber hinaus gibt es für verschiedene Anlagen und Tätigkeiten noch vereinfachte Reduzierungspläne, bei denen bestimmte produktspezifische Vorgaben eingehalten werden müssen. Die beiden Wege

zur Einhaltung der speziellen Anforderungen der VOC-Verordnung stehen auch für zwei Arten des Umweltschutzes, wie Bild 2 verdeutlicht.

Nachsorgender Umweltschutz problematisch

Beim nachsorgenden Umweltschutz gibt es eine Reihe von technischen Lösungen zur Einhaltung der Emissionsgrenzwerte im Abgas – wie die thermische oder katalytische Nachverbrennung, die Adsorption oder spezielle Verfahren wie beispielsweise Biofilter.

Eine wirtschaftliche Abgasreinigung ist bei Lackieranlagen nicht möglich, da in der Regel die Abluft zu wenig mit Lösemitteln beladen ist und somit bei thermischen Verfahren eine Stützfeuerung erforderlich ist.

Weitere Nachteile des nachsorgenden Umweltschutzes sind außerdem die hohen Investitions- und Betriebskosten und der zusätzliche Aufwand bezüglich Wartung, Reparatur und Überwachung. Problematisch ist auch die Verlagerung von Umweltproblemen durch zusätzliche NO_x-, CO- und CO₂-Emissionen, zudem müssen Grenzwerte für diffuse Emissionen eingehalten werden.

Die Emissionsminderung durch Anwendung eines Reduzierungsplanes beruht auf Primärmaßnahmen. Dabei geht man von einer ganzheitlichen

Betrachtung des Lackierprozesses aus (Produktionsintegrierter Umweltschutz, PIUS). [3]

Vorgehensweise des ganzheitlichen Ansatzes

Am Anfang steht die Bestandsaufnahme inklusive Schwachstellenanalyse. Dabei werden Daten zum Unternehmen erhoben, wie:

- Unternehmensprofil mit Produkten, Produktentwicklung, Produktionsschritten/-verfahren
- Vorhandene/erforderliche Genehmigungen
- Grobanalyse der Produktion mit Einsatz-/Verbrauchsmengen
- Beschreibung der Produktionsschritte und (umweltrelevanten) Stoffströme
- Bewertung der eingesetzten Verfahren (Stand der Technik) und der Produktionsemissionen
- Darstellung der ermittelten PIUS-Potenziale

Erfahrungsgemäß lassen sich bei Lackanwendern folgende Potenziale aufzeigen: [4]

- Einsatz lösemittelarmer Lacksysteme (Wasserlack, Pulver, High-Solids),
- Erhöhung des Auftragswirkungsgrades (AWG) durch die Anwendung effizienterer Applikationstechniken (HVLV, ESTA),
- Optimierung der Schichtdicke,
- lackiergerechte Konstruktion und Werkstoffauswahl,
- Verbesserung der Erst-in-Ordnung-Rate,
- Optimierung des Lackaufbaus,
- Reduzierung des Lösemittelverbrauchs zu Reinigungszwecken,
- Optimierung des Trocknungsprozesses,
- Qualifikation und Motivation der Mitarbeiter,
- effizienter Energieeinsatz,
- Abfallreduzierung durch Lack-schlammmentwässerung und Lösemittelrecycling.

Nach der Grobanalyse hat sich die Durchführung eines Stoffstromworkshops mit den verantwortlichen Mitarbeitern des Betriebes wie der Geschäftsführung, Abteilungsleitung, dem Meister, Vorarbeiter, Einkauf oder der Qualitätssicherung, bewährt.

Bei diesem Stoffstromworkshop werden die Ergebnisse der Bestandsaufnahme und der Makroanalyse dargestellt. Dabei werden die einzelnen wichtigen Prozesse visualisiert – unter Angabe der Input-Output-Daten sowie der entdeckten Probleme beziehungsweise Schwachstellen und offenen Fragen.

Durch Einbeziehung der Mitarbeiter aus verschiedenen Bereichen und Hierarchieebenen, auch in speziellen Mitarbeiterworkshops, kommen immer wieder interessante, der Geschäftsführung nicht immer im Detail bekannte, Sachverhalte zur Diskussion. Dazu gehören realer Aufwand/Kosten für Nacharbeiten, Ursachen für Lackierfehler, Gründe für das Nichtverwenden vorhandener technischer Möglichkeiten oder konkrete Vorschläge zur Optimierung der Abläufe. Darüber hinaus gelingt es so, die Mitarbeiter in die geplanten Veränderungen der Prozesse frühzeitig einzubinden und sie zur Mitarbeit zu motivieren.

Am Ende des Stoffstromworkshops werden die Schwerpunkte der nachfolgenden Mikroanalyse mit den nächsten Schritten der Umsetzung festgelegt. Durch Beteiligung der Mitarbeiter wird eine Erhöhung der Umsetzungsakzeptanz erreicht.

Die Mitarbeiterbeteiligung ist eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg bei der Einführung neuer Prozesse oder Technologien. Dazu können konkrete Versuche bei Anlagenbauern, beispielsweise Vorbehandlungschemikalien und -verfahren, und mit Lackherstellern sowie Herstellern von Applikationstechniken gehören. Diese Versuche können bei den Herstellern, im Technikum der Bregau in Bremen oder auch direkt in der Produktion, zum Beispiel am Wochenende, durchgeführt werden.

Am Ende der Mikroanalyse stehen konkrete Stoffflussdiagramme mit quantitativen Angaben, die relevanten produktionsspezifischen Kennzahlen, die Beschreibung der Umsetzungsmaßnahme und ihre technische Machbarkeit, die betrieblichen Konsequenzen beispielsweise für andere Produktionsschritte oder für die Infrastruktur, die Darstellung der PIUS-Potenziale (inklusive Lösemittelbilanz, Reduzierungsplan) sowie das Aufzeigen der Kosten und Einsparpotenziale.

Maßgeschneiderte Konzepte

Die Einführung neuer Prozesse und Technologien ist bei KMU (kleine und mittlere Unternehmen) in der Regel nur mit Unterstützung von außen möglich.

Im Rahmen von verschiedenen Prozessberatungen und von PIUS-Beratungen, gefördert vom RKW Bremen, der Effizienz-Agentur NRW und der target GmbH in Niedersachsen, konnten erfolgreiche Lackierkonzepte und Reduzierungspläne in den Bereichen Holz-, Kunststoff-, Metallbeschichtung und Beschichten von Fahrzeugen entwickelt werden.

Die entwickelten Maßnahmen sind grundsätzlich auf die Bedingungen des jeweiligen Betriebes zugeschnitten und somit nicht ohne weiteres zu verallgemeinern.

Sie lassen sich unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf die 31. BImSchV in drei Gruppen einteilen:

1. Reduzierung des Lackverbrauchs durch Verbesserung des AWG, Reduzierung der Schichtdicke, Erhöhung der Erst-in-Ordnung-Rate, verbunden mit einer zum Teil erheblichen Kostenreduktion und einer Reduzierung der eingesetzten Lösemittelmenge bis hin zur Unterschreitung des Schwellenwertes der 31. BImSchV beziehungsweise der 4. BImSchV für genehmigungspflichtige Anlagen.
2. Die Reduktion von Lösemittelverbräuchen durch automatische Pistolenreinigung, Optimierung der Abläufe unter

Einsparung von Reinigungszyklen und Lösemittelrückgewinnung verbunden mit einer Kostenreduktion und einer Reduzierung der VOC-Emissionen.

3. Die Einführung lösemittelarmer beziehungsweise -freier Lacksysteme, verbunden mit einer weiteren Reduzierung der VOC-Emissionen und der Erfüllung des Reduzierungsplanes, beziehungsweise der Unterschreitung der Schwellenwerte.

Diese Prozessoptimierungen sind in der Regel mit Investitionen verbunden, die sich bei den durchgeführten Projekten innerhalb von drei bis 54 Monaten amortisiert haben und zur Reduktion der VOC-Emissionen von 15 bis 90% geführt haben. Bei der Amortisationsbetrachtung wurden die Kosten des nachsorgenden Umweltschutzes, wie Investition und Betrieb, nicht berücksichtigt (konkrete Beschreibung einiger Beispiele [5]).

Bei einigen Projekten wird die Wirtschaftlichkeit erst unter Berücksichtigung der Einsparungen der Kosten für die Investition und den Betrieb der Abluftreinigung erreicht.

Bei deutlicher Erhöhung der Materialeffizienz wie Einsparungen bei Lack und Lösemitteln ist für KMU eine Beratungsförderung (Erst- und Vertiefungsberatung) durch die Deutsche Materialeffizienzagentur demea möglich. Die Erstberatung beträgt maximal 67% bis zu einer Fördersumme von 10 000 Euro, die Vertiefungsberatung – eine Unterstützung bei der Umsetzung der ermittelten Maßnahmen – maximal 33% bis zu einer Fördersumme von höchstens 99 000 Euro.

In einem von der demea geförderten Projekt konnten Einsparungspotenziale von neun bis zwölf Tonnen Lack und sechs bis sieben Tonnen Lösemittel aufgezeigt werden mit einer Kostenreduktion von circa 50 000 Euro im Jahr – bei Investitionskosten von weniger als 20 000 Euro.

Darüber hinaus gibt es auch die Möglichkeit einer geförderten, zweitägigen Kurzberatung durch I-KON.

Rat bei Fachleuten einholen

Trotz der vorliegenden Modellkonzepte, der erfolgreichen und auch dokumentierten Beispiele mit erheblichen wirtschaftlichen Vorteilen für die Betriebe, ist die Bereitschaft zur Umstellung der Prozesse insbesondere bei KMU nach wie vor gering. Die Gründe hierfür sind sehr komplex und liegen auf verschiedenen Ebenen:

- Veränderungen im Produktionsprozess sind lästig, man hat dafür keine Zeit.
- Risikovermeidung gegenüber Kunden – das Produkt läuft ja.
- Zum Teil geringer Stellenwert der Lackierung im gesamten Produktionsprozess, da das Know-how in der Technologie des Produktes steckt.
- In KMUs ist in der Regel nicht genügend Spezialwissen zur Umstellung des Lackierprozesses vorhanden.
- Menschliches Beharrungsvermögen, bei bekannten Technologien zu bleiben.
- Schlechte Erfahrungen mit Versuchen.
- Einfluss/Beratung durch Lieferanten, die ihre Produkte weiter verkaufen wollen – keine vorbehaltlose Zusammenarbeit zwischen Lackiertechnik und Lackhersteller.
- Ganzheitliche Bilanzierung ist häufig nicht mit eigenem Personal zu leisten.

Ist die Entscheidung erst einmal für Abluftreinigungssysteme gefallen, so hat das nachhaltige Konsequenzen:

- Aufgrund hoher Investitionskosten für den nachsorgenden Umweltschutz (zum Beispiel TNV) haben dann produktionsintegrierter Umweltschutz und die Ziele der Verordnung für die nächsten zehn Jahre keine Chance.
- Um die Unwirtschaftlichkeit der TNV zu verringern, müssen dann möglichst viele Lösemittel eingesetzt und verbrannt werden.

- Reduzierungsplan und thermische Abluftreinigung schließen sich – an der gleichen Anlage – unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten aus.
- Neue Lacksysteme und Lackierkonzepte werden nicht umgesetzt, es findet keine technologische Weiterentwicklung des produktionsintegrierten Umweltschutzes statt.

Vor einer solch weit reichenden Entscheidung sollten die Unternehmen sich kompetenten Rat holen und die Fördermöglichkeiten zur Materialeffizienz und zum produktionsintegrierten Umweltschutz nutzen. —

Literatur

- [1] Umweltbundesamt: *Maßnahmen zur Einhaltung der Emissionshöchstmengen der NEC-Richtlinie UFOPLAN FKZ 205 42 221*
- [2] T. May: *Die VOC-Richtlinie – Herausforderung für die Lackanwender in Die VOC-Richtlinie in Deutschland; Dokumente zu Lacken und Farben 8, Hrsg. Deutsches Lackinstitut*
- [3] H. Schrübbers: *Die Zeit drängt – Einführung lösemittelreduzierter Lacksysteme; MO, Jahrgang 58 (2004) 11, S. 26-27)*
- [4] Schrübbers, Boeck, Schreiber: *Produktionsintegrierter Umweltschutz – Durch Ökologie zur Ökonomie; JOT 4/2004, S. 60ff*
- [5] *Projektberichte und Praxisbeispiele der Effizienz-Agentur NRW, z.B. <http://www.efanrw.de/praxisbeispiel.php?id=4> und <http://www.efanrw.de/praxisbeispiel.php?id=17> sowie <http://www.efanrw.de/praxisbeispiel.php?id=36> bzw. http://www.efanrw.de/downloads/publikationen/efa_datenblatt_Tielbuenger.pdf*

Der Autor:
 Dr. Hans Schrübbers, Bregau olt,
 Bremen, Tel. 0421 22097-50,
 h.schruuebbbers@bregau.de,
 www.bregau.de

