

Bewältigung der Abluft-Problematik im Metall- und Kunststofflackierbereich: Praxisstand 2005

Dipl.-Ing. Michael Breuning, EISENMANN Umweltechnik, Böblingen / Holzgerlingen

Die verschärfte Umwelt-Gesetzgebung – insbesondere die landläufig als „VOC-Verordnung“ bekannte 31. BImSchV – zwingt einen breiten Kreis von Betrieben, sich noch intensiver als bisher um die Vermeidung von Lösemittel-Emissionen bzw. um deren schadlose Beseitigung zu bemühen. Unter Einbeziehung konkreter Praxisbeispiele gibt dieser Beitrag Anregungen für Problemlösungen nach Maß.

Zunächst sei mit Nachdruck daran erinnert, dass Umweltprobleme stets in der Reihenfolge „Vermeiden – Vermindern – Entsorgen“ anzugehen sind. Diese These sollte sich jeder von den Gesetzesforderungen zur Emissionsbegrenzung Betroffene ernsthaft zu eigen machen – nicht nur aus ökologischen, sondern auch aus ökonomischen Gründen. EISENMANN rät deshalb dringend, sich zunächst mit allem Nachdruck um Emissions**vermeidung** zu bemühen, d. h. soweit immer möglich auf lösemittelfreie bzw. zumindest -reduzierte Beschichtungsmaterialien zurückzugreifen.

Pulvern wo immer es geht

Wer als Metalllackierer auf Pulverbeschichtung umstellen kann, hat keine Abluft- (und Abwasser- und Lackschlamm-) Probleme mehr. Weiterentwicklungen insbesondere bei Kabinen und Applikationstechnik, aber auch beim Pulver, haben die Einsatzmöglichkeiten verbreitert. Eine Prüfung nach neuestem Stand lohnt sich auf jeden Fall.

Beispielsweise rüstete ein Landmaschinenhersteller, der bisher seine Produktion mit - überwiegend sogar lufttrocknendem, daher hoch lösemittelhaltigem – Flüssiglack beschichtet hatte, angesichts der neuen Gesetzeslage auf – weitgehend automatischen – Pulverauftrag um (Abb. 1).

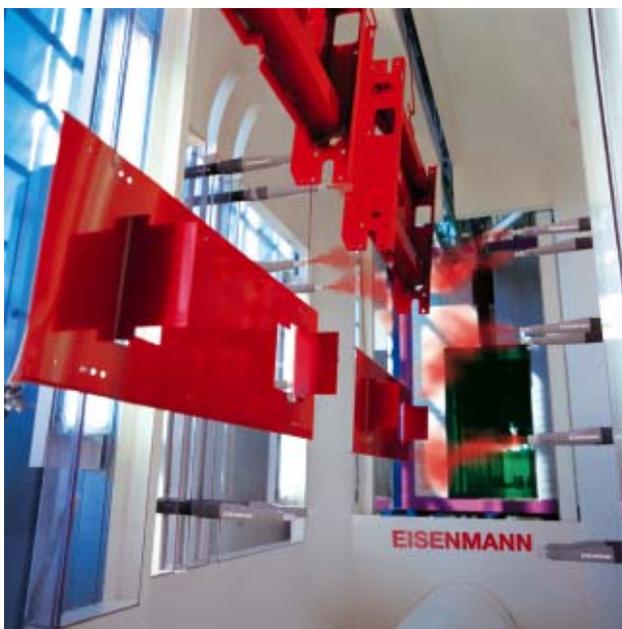


Abb. 1: Landmaschinenlackierung: Dank der Umrüstung auf Pulverbeschichtung ist keine Abluftreinigung erforderlich. (Foto EISENMANN)

Die Umstellung erwies sich nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch als vorteilhaft – bei gleichzeitig verbesserter Qualität.

Den gleichen Weg ging u. a. ein Hersteller von Anhängerkupplungen und Nutzfahrzeugteilen, bei dem früher ebenfalls manueller Spritzauftrag von Lösemittellack praktiziert worden war. Da ja bekanntlich für die Abluft aus der Hand-Spritzkabine bisher keine Entsorgungspflicht bestand, war er aufgrund des damals relativ geringen Durchsatzes pro Stunde ohne Abluftreinigung ausgekommen. Die VOC-Verordnung geht aber bekanntlich nicht mehr vom stündlichen, sondern vom jährlichen Lösemittelseinsatz aus und bindet überdies die Abluftströme aus Hand-Spritzkabinen in ihre Forderungen ein. Eine aus Kapazitäts- und Qualitätsgründen erforderliche neue Lackieranlage hätte also auf jeden Fall eine Abluftreinigung haben müssen.

EISENMANN empfahl statt dessen Pulverbeschichtung. Gründliche Beschichtungsversuche mit den zum Teil sehr kompliziert geformten Werkstücken verliefen erfolgreich. In der neu installierten, für schnellen Farbwechsel eingerichteten Pulveranlage mit kombinierter Automatik- und Handbeschichtung gehen Qualitätsverbesserung und Umweltentlastung Hand in Hand.

Wie Beispiele belegen, ist Pulverbeschichtung häufig selbst dann lohnend, wenn nur ein Teil der Produktion entsprechend umgestellt werden kann. Der EISENMANN-Bereich Oberflächentechnik sagt auf Anfrage gern seine Meinung zum jeweils individuell zu prüfenden Fall.

Auch Wasserlack entlastet die Umwelt

Wo Pulverbeschichtung aus technischen Gründen ausscheidet (das ist vorwiegend bei Werkstücken mit temperaturempfindlichen Einbauten der Fall), bietet sich ggf. der Einsatz sog. Wasserlacke an. Auch wer Beschichtungsmaterialien auf Wasser- statt auf Lösemittel-Basis einsetzt, entlastet selbstverständlich die Umwelt. Ob er angesichts der neuen Gesetzesforderungen ohne Abluftreinigung auskommt, hängt allerdings von der genauen Zusammensetzung des Beschichtungsmaterials ab. Gängige Wasserlacke können zwischen annähernd null und 15 % Lösemittel enthalten, auch der Festkörpergehalt kann sehr unterschiedlich sein.

Bei der Stoßdämpferlackierung wird beispielsweise ein sog. 2-K-NT (Zweikomponenten-Niedertemperatur-) Wasserlack verarbeitet, der nur rund 1,3 % Lösemittel enthält, so dass Abluftreinigung trotz der Serienproduktion mit hohen Durchsätzen hier kein Thema ist.

Behördlich abgesehnet ist der Verzicht auf Abluftreinigung auch innerhalb einer von vornherein konsequent auf Umweltfreundlichkeit ausgerichteten Grund- und Decklackierstraße für Schraubenverdichter, die EISENMANN im neuen Zweigwerk eines Kühlmaschinenherstellers installiert hat. Der Kunde entschied sich für ein Wasserlacksystem mit 45 % Festkörper und 7 bzw. 9 % Lösemittelanteil, das außerdem ultrafiltrierbar ist (Abb. 2). Lack-Overspray wird über Ultrafiltration aus dem Spritzkabinen-Auswaschwasser zurückgewonnen und zu 100 % wieder als Lack eingesetzt. Die Lackaushärtung erfolgt schonend und Energie sparend in Kondensationstrocknern bei nur 60 °C. Auch die Vorbehandlung ist vorbildlich: Dank eingesetzter Verdampfertechnik arbeitet sie abwasserfrei.



Abb. 2: Dieser Kühlmaschinenhersteller kann dank Einsatz von Wasserlack auf eine Abluftreinigung verzichten. (Foto EISENMANN)

Abluftreinigung vermeiden konnte auch ein Hersteller von Kälteaggregaten. Er bediente sich dazu eines – ja von der VOC-Verordnung alternativ zur Grenzwertregelung ausdrücklich zugelassenen – Reduzierungsplans.

Bei der Anschaffung einer neuen Lackieranlage wurde für die aus Standardelementen objektbezogen zusammengestellten, auftragsgebunden in fertigmontiertem Zustand lackierten Kälteaggregate statt des früher eingesetzten Lösemittellacks für den nach wie vor manuellen Spritzauftrag ein geeigneter Wasserlack gefunden, der 13 % Lösemittel und 40 % Festkörper aufweist.

Nach Erfahrungswerten wurde der Jahres-Lackverbrauch mit knapp 58 t angenommen, was bei dem neuen, umweltfreundlichen Beschichtungsmaterial einem Lösemittelleinsatz von 7,5 t/a entspricht. Zunächst war (für eine Anlage Nr. 8.1 VOC-Verordnung mit Lösemittelverbrauch 5 – 15 t/a) die jährliche Bezugsemission zu ermitteln, und zwar nach der Formel Gesamtmenge Feststoffe x Multiplikationsfaktor, hier also 40 % von 58 t = 23,2 t Feststoffe x 1,5 = 34,8 t/a. Die Zielemission errechnet sich aus der Bezugsemission x (Grenzwert diffuse Emissionen 25 % + Faktor 15 %), im Klartext also 40 % von 34,8 t = 13,92 t/a. Da der in der Praxis zu erwartende Lösemittelleinsatz von 7,5 t/a deutlich unter der Zielemission lag, waren Maßnahmen zur Abluftreinigung nicht erforderlich.

Bei allen drei hier in Kurzform angesprochenen Beispielen handelte es sich im Übrigen um mehr oder weniger temperaturempfindliche Werkstücke mit Einbauten. Deshalb stellte Pulverbeschichtung in keinem dieser Fälle eine gangbare Alternative dar.

Wenn Abluftreinigung unvermeidlich ist ...

Wo die Installation von Abluftreinigungsanlagen unumgänglich ist, sollten unbedingt alle Möglichkeiten zur Luftmengenminimierung z. B. durch (Teil-) Kreislaufführung und / oder Luftmengen-Mehrfachverwendung innerhalb der zu entsorgenden Anlage ausgeschöpft werden. Fantasie lohnt sich, denn je kleiner – und konzentrierter – der zu entsorgende Abluftstrom, umso niedriger Investitions- und Betriebskosten für die Entsorgung. Dies gilt ausnahmslos für alle Abluftreinigungsverfahren!

Für die unvermeidliche Entsorgung lösemittelbeladener (Rest-) Abluftströme wählt die Eisenmann Umwelttechnik aus langjähriger Erfahrung das entsprechend den individuellen Betriebsverhältnissen technisch und wirtschaftlich bestgeeignete Verfahren. Wichtige Kriterien sind dabei Abluftmenge pro Betriebsstunde und Betriebsstunden pro Jahr, Konzentration, Temperatur, zeitgleiche Abnehmer für zurückzugewinnende Wärme und störende Abluftinhaltsstoffe bzw. -verunreinigungen.

Für den Lackierbereich Metall und Kunststoff relevant sind im Wesentlichen folgende Verfahren:

- die altbewährte thermische Nachverbrennung TNV, bei der allerdings Wärmerückgewinnung unverzichtbar ist,
- die regenerative Nachverbrennung RNV, die dank sehr guter interner Wärmenutzung in der Regel ohne externe Wärmerückgewinnung und häufig auch ohne Zusatzenergie auskommt und u. a. aus diesem Grund auch im Lackierbereich zunehmend geschätzt wird sowie
- das Adsorptionsrad ADR, das vor allem zur Minimierung und Aufkonzentrierung sehr großer, schwach beladener Abluftströme dient, die dann günstig über TNV oder RNV entsorgt werden können.

TNV nur mit Wärmerückgewinnung

Thermische Nachverbrennung TNV in der von EISENMANN konzipierten, wartungsfreundlichen Komponenten-Bauweise hat sich als robust, sicher und praktisch universell einsetzbar bereits seit Jahrzehnten bewährt, wobei dies sowohl für mittlere als auch für kleinere Abluftmengen gilt. Neben der „klassischen“ horizontalen Form bietet EISENMANN neuerdings auch eine sog. V-TNV in vertikaler Bauweise an, die mit einem speziellen, besonders effizienten Wärmetauschersystem ausgestattet ist. Die V-TNV baut zwar höher, kommt jedoch bei der Aufstellung mit erheblich weniger Grundfläche aus.

Generell ist noch zu beachten, dass eine thermische Nachverbrennung erst bei einem (im Lackierbereich in der Regel nicht vorkommenden) Schadstoffgehalt von ca. 6 – 8 g/Nm³ im laufenden Betrieb nahezu autotherm arbeiten, d. h. praktisch ohne Zusatzbrennstoff auskommen kann. Eine vernünftige Nutzung der weitgehend aus Primärenergie erzeugten Verbrennungswärme durch zeitgleiche Wärmeabnehmer ist also aus Kostengründen unabdingbar.

TNV-Praxisbeispiel Radiatorenlackierung, Entsorgung von geruchsbelästigender KTL-Abluft

Als klassischer Einsatzfall für die TNV gilt nicht erst seit heute die kathodische Tauchlackierung KTL, bei der das Beschichtungsmaterial zwar praktisch keine Lösemittel enthält, aber beim Trocknungsprozess geruchsbelästigende Crackprodukte freisetzt (Abb. 3). Hier greift nicht die VOC-Verordnung, sondern die – alte und neue – TA Luft, die in § 5.2.8 (früher § 3.1.9) Entsorgungsmaßnahmen für geruchsintensive Stoffe verlangt und übrigens auch (neuerdings verschärfte) Werte für CO und NO_x vorgibt.



Abb. 3: Thermische Nachverbrennung TNV mit Wärmerückgewinnung – bei der Eliminierung von Geruchsbelästigungen aus der KTL vielfach bewährt. (Foto EISENMANN)

Praxisbeispiel dazu: KTL-Grundierung von Radiatoren, deren Sichtflächen anschließend pulverbeschichtet werden. Die TNV fand unterhalb des aus Energieersparnisgründen mit A-Schleusen ausgestatteten und entsprechend hochgestellten KTL-Trockners Platz. Ihr wird die Abluft sowohl aus dem Trockner als auch aus dem – eingehausten – Beschichtungsbereich zugeführt. Dies sind – Abb. 4 – 2.000 Nm³/h mit 200 °C und 1.000 Nm³/h mit 30 °C gleich insgesamt 3.000 Nm³/h mit einer Mischtemperatur von 140 °C und einer Schadstoffbeladung unter 1 g/m³.

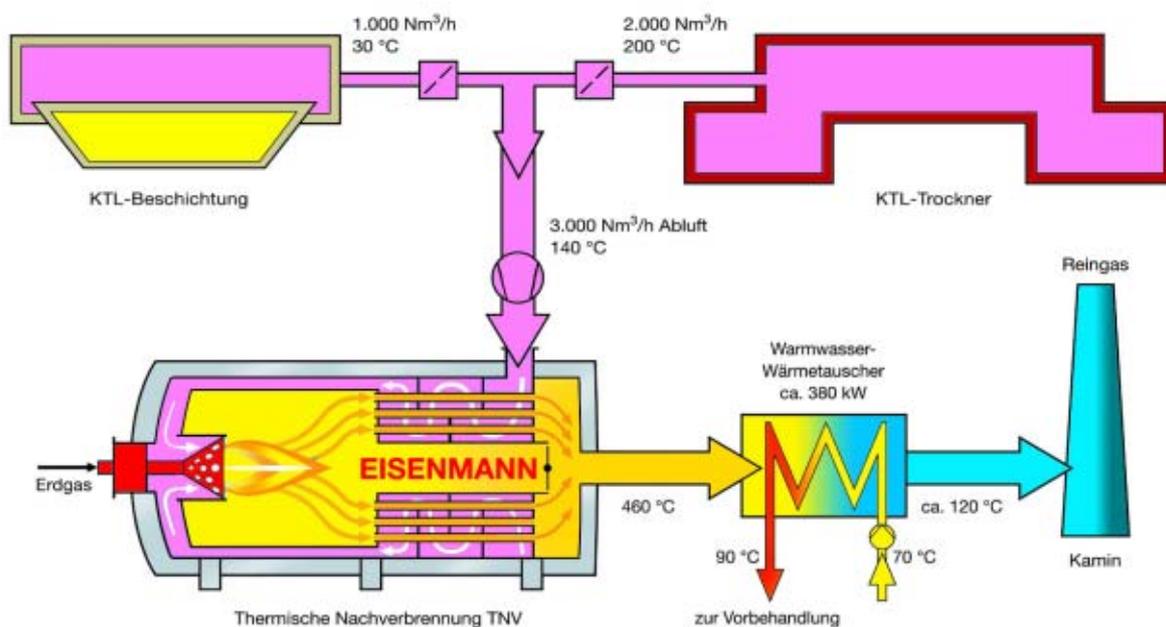


Abb. 4: Geruchsbelästigende Abluft aus der KTL-Grundierung von Radiatoren wird über TNV mit Wärmerückgewinnung entsorgt. (Zeichnung EISENMANN)

Die Verbrennung auf einen Reingaswert kleiner 20 mg C/m³ läuft bei einer Reaktionstemperatur von ca. 750 °C ab. Wärmerückgewinnung erfolgt zunächst in Form von Abluftvorwärmung, wobei sich das Reingas auf 460 °C abkühlt. Daran schließt sich Warmwasserbereitung für die Beheizung der Vorbehandlung an: Mit einer Leistung von 380 kW werden rund 17 m³/h Wasser von 70 auf 90 °C erhitzt. Bei maximaler Wärmeabnahme beträgt die Reingas-Kamintemperatur nur noch ca. 120 °C. Das ist niedriger als die Abluft-Eingangstemperatur. Die Anlage arbeitet also energie günstiger als ohne TNV.

TNV-Praxisbeispiel Metalllackierung inklusive Spritzkabinen-Abluftentsorgung

Bei der Oberflächenbehandlung anspruchsvoller Autoräder aus Aluminium hat der Einsatz neuer, umweltfreundlicher Beschichtungssysteme Abluftreinigung bereits in einer Reihe von Fällen überflüssig gemacht: Die Räderhersteller setzen graues Grundierpulver, silbernen Wasser-Basislack und transparentes Acrylpulver als Deckschicht ein und kommen so ohne Abluftreinigung aus. Allerdings wird diese Verfahrenskombination bisher nicht von allen Abnehmern, sprich Automobilherstellern, akzeptiert, außerdem sind geeignete Beschichtungsmaterialien nicht überall erhältlich.

Wo (bei Alurädern – Abb. 5 – oder auch bei anderen Werkstücken) Spritzauftrag von Lösemittellacken (noch) unverzichtbar ist, muss in der Regel nicht nur die Abluft aus den Trocknungseinrichtungen, sondern auch die Spritzkabinen-Abluft gereinigt werden. Immer dann ist auch Luftmengenminimierung durch (interne oder externe) Aufkonzentrierung ein wichtiger Punkt.



Abb. 5: Bei der Lackierung von Alurädern mit Lösemittelmaterialien (Foto) ist Abluftreinigung unumgänglich. (Foto EISENMANN)

Bei Automatikcabinen sowohl mit Trocken- als auch mit Nassabscheidung ist interne Minimierung und Aufkonzentrierung der entsorgungspflichtigen Spritzkabinen-Abluft durch Umluft-Frischluf-Mischbetrieb mit fallabhängig möglichst hoher Luftkreislafrate und anschließender Verbrennung als kostengünstige Lösung bewährt. (Bei Handspritzzonen, in denen sich interne Aufkonzentrierung durch Teil-Kreislaufführung verbietet, kommt dagegen, wie in einem späteren Beispiel erläutert wird, externe Aufkonzentrierung über Adsorptionsrad in Betracht.)

Praxisbeispiel zur internen Aufkonzentrierung: Bei der kundenbezogenen Oberflächenbehandlung von Alurädern schließt sich an die Chromatierung eine Grundierung mit grauem Pulver an, der dem Auftrag von Silber-Basislack und Klarlack, beides auf Lösemittelbasis, folgt. Neben dem Klarlacktrockner und der nach Silber- und Klarlack-Auftrag genutzten Abdunstzone sind auch die beiden Lack-Spritzkabinen entsorgungspflichtig.

Bei der Silber-Kabine konnte eine Kreislaufquote von 90 %, bei der Klarlack-Kabine sogar von rund 95 % realisiert werden. So stehen statt $2 \times 36.650 \text{ m}^3/\text{h}$ mit $30 \text{ }^\circ\text{C}$ und einer Lösemittelbeladung unter $0,3 \text{ g/m}^3$ bei Frischluft-Abluft-Betrieb nur noch 4.000 bzw. $2.650 \text{ m}^3/\text{h}$ mit $30 \text{ }^\circ\text{C}$ und auf $2,6 \text{ g/m}^3$ aufkonzentrierter Beladung zur Entsorgung an. Wie aus Abbildung 6 ersichtlich, gehen sie zusammen mit $750 \text{ m}^3/\text{h}$ Abdunstzonen-Abluft $30 \text{ }^\circ\text{C}$ und $2.200 \text{ m}^3/\text{h}$ Trockner-Abluft $230 \text{ }^\circ\text{C}$ in eine gemeinsame TNV, deren Nennleistung $10.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ beträgt und die sich gegenüber einer technisch ebenfalls möglichen RNV in diesem Fall als kostengünstiger erwies.

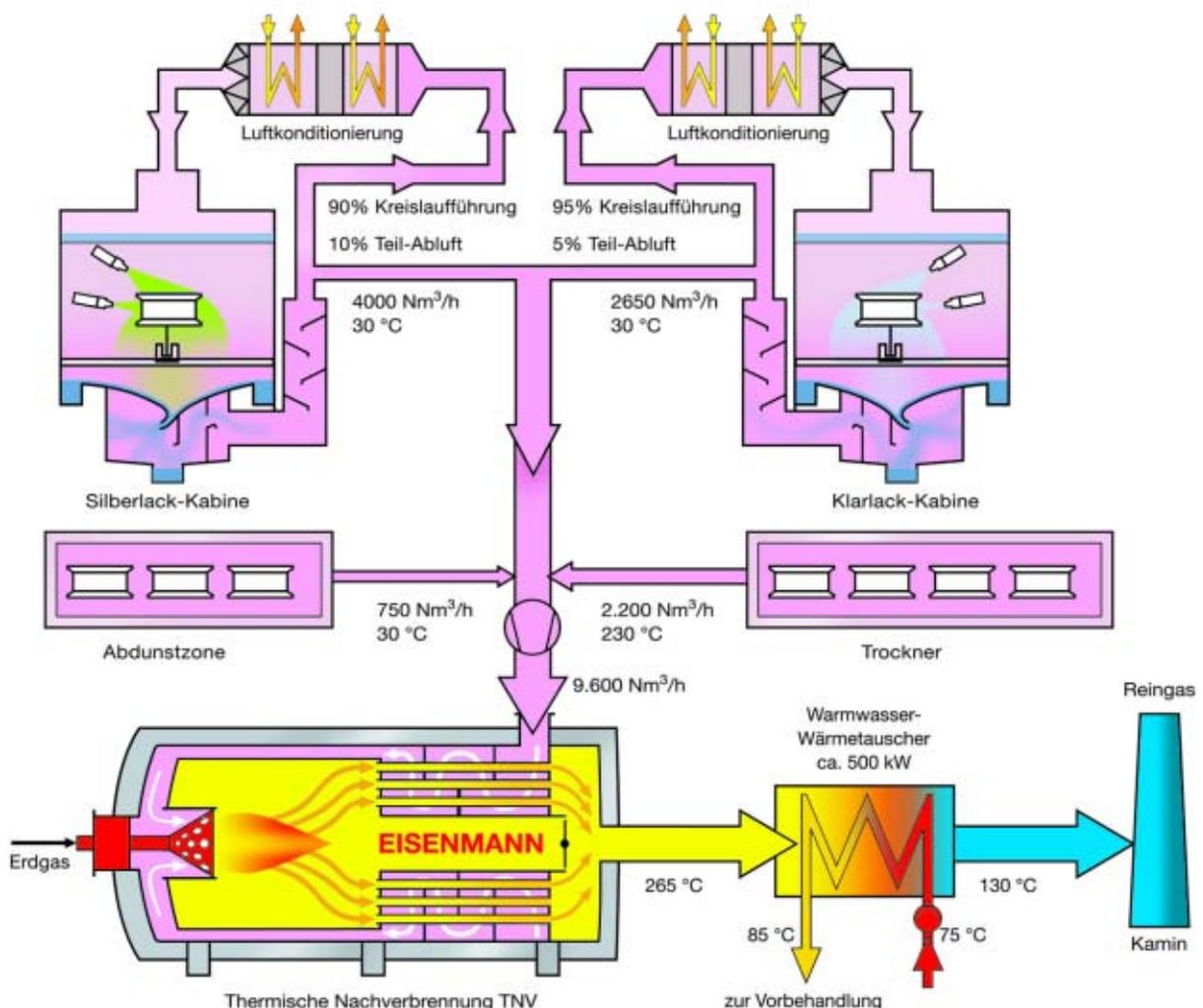


Abb. 6: Aluräderlackierung. Die Abluft aus Spritzkabinen, Abdunstzone und Lacktrockner wird gemeinsam über TNV entsorgt. (Zeichnung EISENMANN)

Die effektiv anstehenden 9.600 m³/h Abluft mit einer Mischtemperatur von ca. 190 °C werden bei einer Reaktionstemperatur von ca. 750 °C verbrannt. Wärmerückgewinnung erfolgt zunächst in Form von Abluftvorwärmung. Dabei kühlt sich das auf 20 mg C/Nm³ gereinigte Reingas auf 385 °C ab. Die Restwärme wird zur Warmwasserbereitung für die Vorbehandlung genutzt, so dass sich eine Reingas-Kamintemperatur ergibt, die mit 130 °C deutlich niedriger als die Abluft-Eintrittstemperatur liegt.

Energiesparer RNV

Bei vielen Aufgabenstellungen im Lackierbereich stehen thermische (rekuperative) Nachverbrennung TNV und regenerative Nachverbrennung RNV im Wettbewerb, so dass die Entscheidung nach individuellen Betriebsverhältnissen getroffen werden muss. Immer häufiger fällt allerdings die Wahl auf die RNV, was insbesondere für die von EISENMANN entwickelte Konzeption in vorteilhafter Ein-Reaktor-Bauweise mit Drehschieber als patent-geschütztes Luftverteilsystem gilt. Neben sehr guten Reingaswerten (20 mg C, 50 mg CO und 50 mg No_x pro Nm³) weist die RNV eine sehr hohe interne Wärmenutzung mit einem Δt von nur etwa 40 °C zwischen dem austretenden Reingas und der eintretenden Abluft auf, was in der Regel eine Wärmerückführung an externe Abnehmer überflüssig macht. Das macht natürlich auch die Nachrüstung einer Abluftreinigung einfacher, weil hier im Gegensatz zur TNV kein vollintegrierter Energiekreislauf hergestellt werden muss.

Außerdem ist der Bedarf an Zusatzbrennstoff erheblich geringer als bei der TNV: Bereits ab ca. 1,5 – 2 g/Nm³ Schadstoffbeladung im Rohgas arbeitet die RNV autotherm. Dies ein weiterer Vorteil, der angesichts derzeitiger Energie-Einstandspreise gar nicht hoch genug einzuschätzen ist.

RNV-Praxisbeispiel Kunststofflackierung

Die Pluspunkte der regenerativen Nachverbrennung hat sich im Lackierbereich zuerst die Automobilindustrie zunutze gemacht. Aber auch von Kunststofflackierern mit ihren im Vergleich zum Metalllackierbereich deutlich niedrigeren Trocknungstemperaturen wird sie besonders geschätzt. Thermische Nachverbrennung TNV als frühere Standardlösung wird im Kunststoffbereich heute im Prinzip nur noch bei kleineren Neuanlagen mit relativ geringen Durchsätzen gewählt. Bei den großen Kunststofflackierstraßen für anspruchsvolle Pkw-Anbauteile, in denen teilweise als Primer und farbgebender Basislack bereits wasserverdünnbares Material eingesetzt wird, dominiert dagegen eindeutig die RNV. Dazu nachstehend ein Praxisbeispiel:

Bei im Dreischichtaufbau lackierten Stoßfängern und anderen Pkw-Anbauteilen wird zur Zeit entsprechend den Kundenvorschriften ausschließlich Lösemittellack eingesetzt. Deshalb müssen Primer-, Basislack- und Klarlackbereich entsorgt werden. Dafür wurde eine gemeinsame RNV, Nennleistung 23.000 Nm³/h, installiert (Abb. 7, 8).



Abb. 7: Regenerative Nachverbrennung RNV, hier in der Kunststofflackierung, arbeitet Energie sparend und kommt dank sehr guter interner Wärmenutzung in der Regel ohne externe Wärmerückgewinnung aus. (Foto EISENMANN)

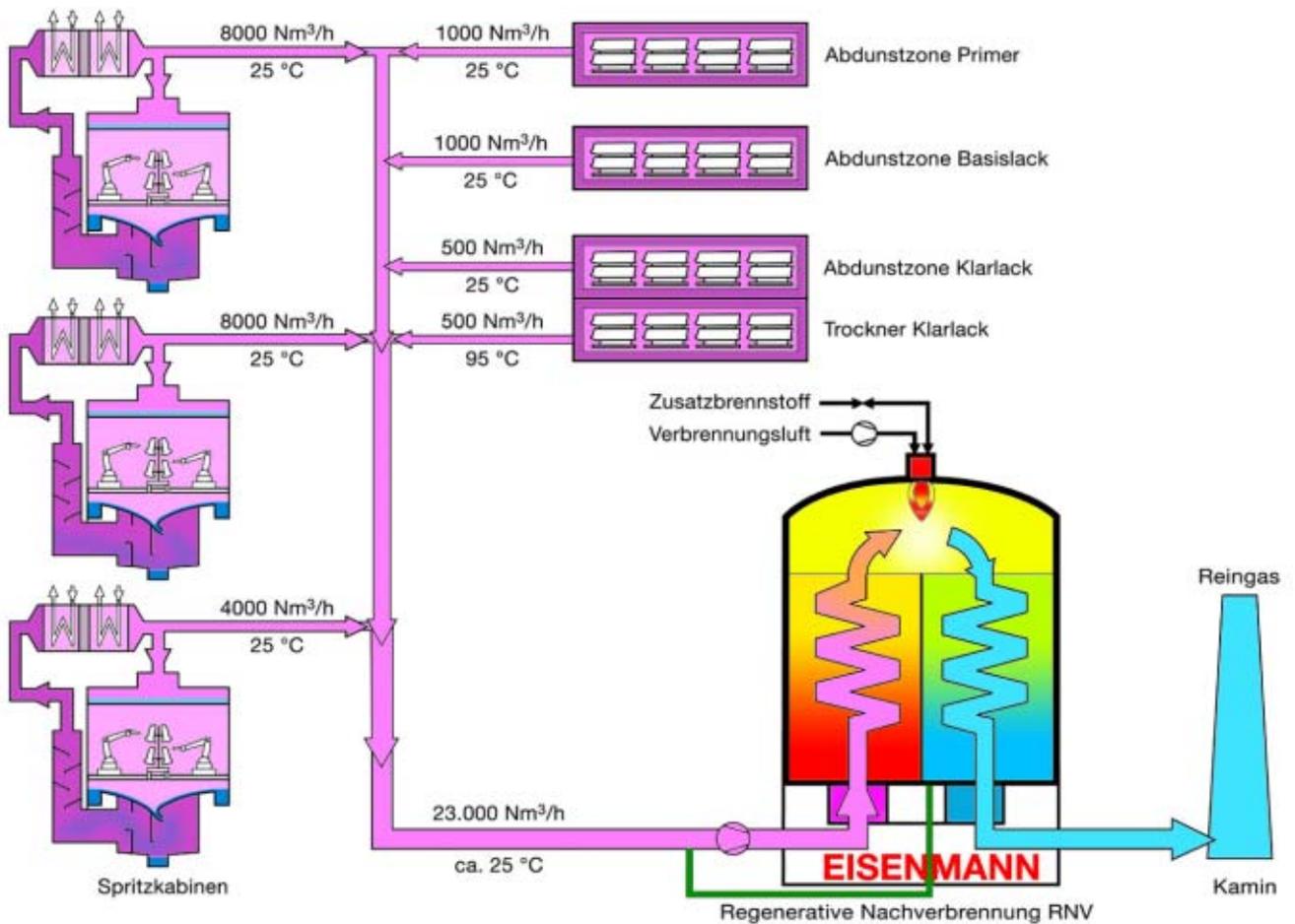


Abb. 8: Kunststofflackierung. Die – aufkonzentrierte – Abluft aus den Großraum-Spritzkabinen wird gemeinsam mit Abdunstzonen- und Trockner-Abluft über RNV entsorgt. (Zeichnung EISENMANN)

Aus den Abdunstzonen für Primer und Basislack fallen $2 \times 1.000 \text{ m}^3/\text{h}$ Abluft mit einer Temperatur von $25 \text{ }^\circ\text{C}$ und einer Lösemittelkonzentration von $2,2 \text{ g/m}^3$ an. Die Klarlack-Abdunstzone liefert $500 \text{ m}^3/\text{h}$, Temperatur ebenfalls $25 \text{ }^\circ\text{C}$, Konzentration 1 g/m^3 . Während Primer und Basislack nur abdunsten müssen, wird nach dem Klarlack-Abdunsten zusätzlich getrocknet. Aus dem Trockner fallen $500 \text{ m}^3/\text{h}$ Abluft mit $95 \text{ }^\circ\text{C}$ und 1 g Lösemittel pro m^3 an. Größte Abluftlieferanten sind die drei im Umluftbetrieb gefahrenen Spritzkabinen mit Roboter-Beschichtung, Luftleistung 105.000 , 130.000 und $105.000 \text{ m}^3/\text{h}$. Davon werden 2×8.000 und $1 \times 4.000 \text{ m}^3/\text{h}$ zur Entsorgung abgezogen, Temperatur jeweils $25 \text{ }^\circ\text{C}$, Lösemittelbeladung $3,3 \text{ g/m}^3$.

Die Lösemittelbeladung von insgesamt $23.000 \text{ m}^3/\text{h}$ niedrig temperierter Abluft liegt damit bei etwa $3,1 \text{ g/m}^3$. Man kann sich leicht vorstellen, dass die unter diesen Voraussetzungen weitgehend autotherm arbeitende RNV hier systembedingt erheblich günstiger gefahren wird als eine TNV, zumal im Betrieb des Kunststoffverarbeiters kein kontinuierlicher zusätzlicher Wärmebedarf besteht.

Für kleinere Abluftmengen: Kompakt-RNV

Um die Pluspunkte der RNV auch für kleinere Abluftmengen (Richtwert ca. 5.000 bis max. $13.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$) nutzbar zu machen, entwickelte EISENMANN eine sog. Kompakt-RNV. Diese zeichnet sich durch niedrigere Bauweise und einen insgesamt geringeren Platzbedarf aus.

Alle Anlagenteile – RNV, Ventilator, Rohrleitungen, Steuerschrank – werden auf einem gemeinsamen Grundrahmen vormontiert, damit schon vor der Auslieferung ein Probelauf inklusive Heißtest erfolgen kann (Abb. 9). Für die Auslieferung wird lediglich die Brennkammer abgenommen und separat transportiert. So kann die Endmontage beim Kunden in kürzester Zeit erfolgen.



Abb. 9: Vormontierte Kompakt-RNV beim Werksprobelauf (Foto EISENMANN)

Die Konzeption kommt (auch) bei Lackierbetrieben sehr gut an. Aus der EISENMANN-Referenzliste ist abzulesen, dass dies sowohl für den Kunststoff- als auch für den Metalllackierbereich gilt.

Praxisbeispiel Kompakt-RNV:

Metalllackierung mit extrem niedrigen Lösemittelbelastungen

Bereits fertigmontierte, fahrbereite Bagger müssen vor der Auslieferung an bestimmten kritischen Stellen nachlackiert werden. Dies geschieht in einer modernen Anlage aus Waschkabine, Haftwasertrockner, Spritzkabine und Lacktrockner. Da mit Lösemittellack gearbeitet wird, wurde zur Emissionsvermeidung eine Kompakt-RNV installiert. 8.000 Nm³/h Abluft aus der Spritzkabine, 1.500 Nm³/h aus dem Lacktrockner und 500 Nm³/h aus dem Lackmischraum bilden einen gemeinsamen Abluftstrom von 10.000 Nm³/h mit einer Mischtemperatur von 34 °C und einer Schadstoffbelastung von 400 mg/Nm³ (Abb. 10). Die Kompakt-RNV stellt hier die mit Abstand kostengünstigste Lösung zur Abluftreinigung dar.

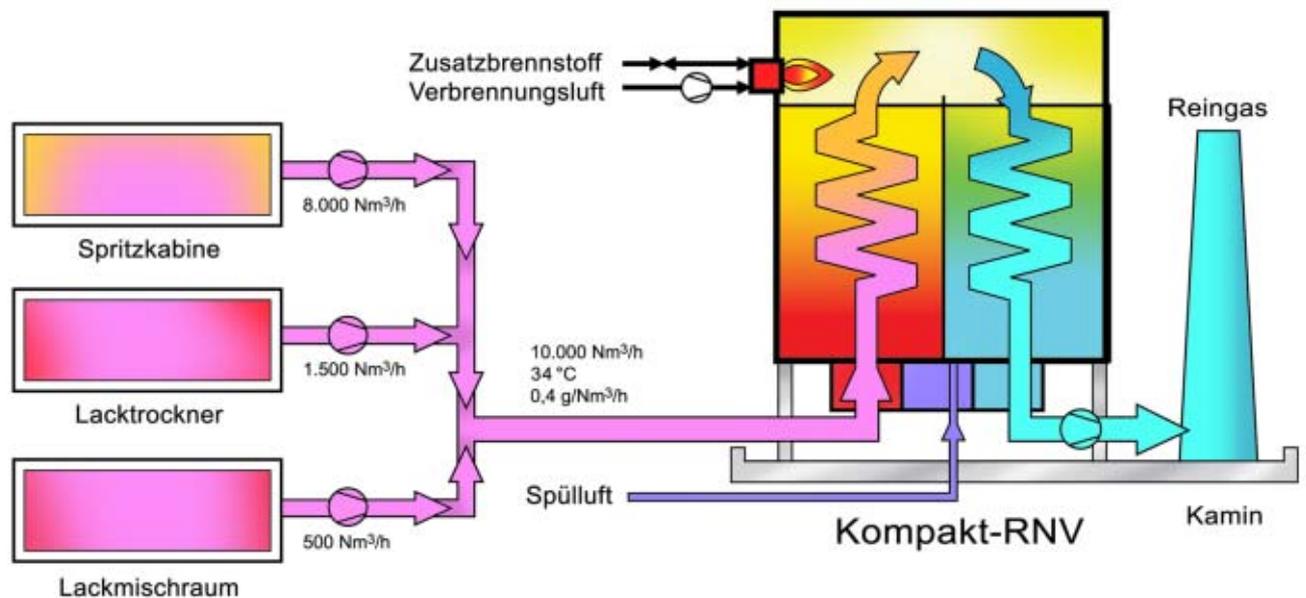


Abb. 10: Für 10.000 Nm³/h nur schwach mit Schadstoffen beladener, niedrig temperierter Abluft aus der Nachlackierung fahrbereiter Bagger stellt die Kompakt-RNV die mit Abstand kostengünstigste Lösung dar. (Zeichnung EISENMANN)

Adsorptionsrad zur externen Aufkonzentrierung

Bei reinem Automatikbetrieb besteht die Möglichkeit, entsorgungspflichtige Abluftströme aus Spritzkabinen durch Umluftbetrieb mit fast vollständiger Luftkreislaufführung zu minimieren und aufzukonzentrieren. Wird dagegen ganz oder teilweise von Hand gespritzt, ist externe Aufkonzentrierung über Adsorptionsrad ADR angesagt (Abb. 11).



Abb. 11: Das Adsorptionsrad ADR ist insbesondere bei der Minimierung und Aufkonzentrierung großer, nur schwach mit Schadstoffen belasteter Abluftströme bewährt. (Foto EISENMANN)

Dieses funktioniert bekanntlich so, dass es den großen Abluftstrom reinigt, indem es die Schadstoffe daraus an ein Adsorptionsmittel, z. B. Aktivkohle, anlagert und dann in einen Desorptionsstrom, in der Regel Heißluft, überführt. Aus diesem erheblich kleineren, je nach Betriebsverhältnissen im Verhältnis 1 : 10 bis 1 : 50 aufkonzentrierten Desorptionsstrom können ggf. wertvolle Lösemittel zur Wiederverwendung zurückgewonnen werden. Angesichts der im Lackierbereich üblichen Lösemittelgemische greift man hier allerdings vorzugsweise auf thermische Entsorgung über RNV oder TNV zurück, bei Bedarf zusammen mit Abdunstzonen- und/oder Trocknerabluft.

In den Spritzbereichen der Automobilindustrie (Füller, Basecoat, Clearcoat mit kombiniertem Hand-/Automatikauftrag und jeweils sehr großen Luftmengen) sowie in Anlagen etwa vergleichbarer Größenordnung wird häufig die Kombination ADR + RNV eingesetzt.

Sind die insgesamt, d. h. nach Aufkonzentrierung zu entsorgenden Abluftmengen wesentlich kleiner, rechnet sich auch die Kombination ADR + TNV. Sie ist in der Regel dann wirtschaftlich, wenn die gesamte aus der TNV zurückzugewinnende Wärme zur Erwärmung des ADR-Desorptionsstroms genutzt werden kann.

Praxisbeispiel Adsorptionsrad ADR + TNV in einer Achslackierung

Bei der Lackierung von LKW-Achsen wird lösemittelhaltiger Lack eingesetzt. Zwar ist die Schadstoffbelastung der Abluft aus den verschiedenen Emissionsquellen gering. Die aus dem hier üblichen Dreischichtbetrieb resultierende jährlich verarbeitete Lösemittelmenge macht jedoch eine Abluftreinigung unumgänglich. Als kostengünstigste Lösung erwies sich in diesem Fall die Kombination ADR + TNV (Abb. 12).

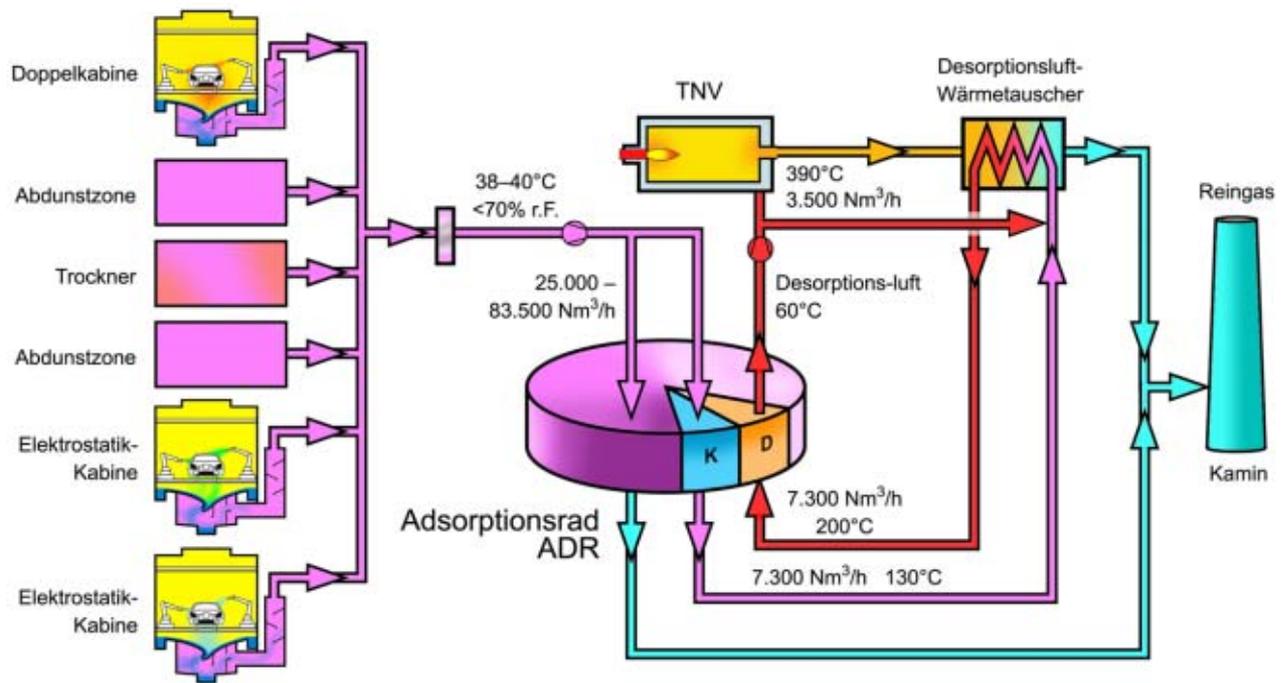


Abb. 12: Achslackierung. Die Entsorgung der aus den verschiedenen Bereichen der im Dreischichtbetrieb arbeitenden Anlage anfallenden bis zu $83.500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ nur sehr schwach mit Schadstoffen belasteter Abluft erfolgt über Adsorptionsrad + TNV. (Zeichnung EISENMANN)

Eine Doppel-Spritzkabine, 2 Esta-Kabinen, die Abdunstzonen und der gemeinsame Lacktrockner liefern insgesamt zwischen 25.000 und $83.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ Abluft, deren – sehr schwache – Beladung zwischen 185 und $265 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ beträgt. Dieser Abluftstrom wird entfeuchtet und dann im Adsorptionsrad auf max. $50 \text{ mg C}/\text{Nm}^3$ gereinigt.

Der beim anschließenden Austreiben der am Adsorptionsmaterial angelagerten Schadstoffe anfallende minimierte, im Verhältnis von etwa $1 : 24$ aufkonzentrierte Desorptionsstrom, dessen Schadstoffbeladung jetzt $4,4$ bis $6,3 \text{ g}/\text{Nm}^3$ beträgt, geht zur Verbrennung in eine TNV mit Nennleistung $3.500 \text{ Nm}^3/\text{h}$. Die beim Verbrennungsprozess aus Schadstoffen plus Primärenergie erzeugte Wärme wird energiesparend zur Vorwärmung der für die Desorption benötigten Heißluft genutzt. Als TNV-Reingaswerte sind max. 20 mg C , 100 mg CO und 100 mg NO_x pro Nm^3 fixiert.

Resümee

Zusammengefasst: Am besten ist stets der dran, der Lösemittel-Emissionen von vornherein vermeiden kann. Ist dies nicht möglich, sollte man sich zumindest um deren Verminderung (und Aufkonzentrierung) bemühen.

Wo Abluftreinigung unvermeidlich ist, stehen im Lackierbereich als praxisrelevante Verfahren heute thermische Nachverbrennung TNV mit externer Wärmerückgewinnung und regenerative Nachverbrennung RNV mit interner Wärmenutzung zur Wahl. Beiden Anlagentypen kann bei Bedarf ein Adsorptionsrad ADR zur Aufkonzentrierung vor-geschaltet werden.

Die Verfahrensauswahl ist stets unter Berücksichtigung der individuellen Betriebsbelange zu treffen. Ein kompetenter Partner wie EISENMANN hilft gerne dabei.

Innovatives Abluft-Reinigungsverfahren schließt Technologielücke zwischen 50 und 400 mg/m³

Dipl.-Ing. Bernd Müller, Keller Lufttechnik GmbH + Co KG, Kirchheim unter Teck

Das Bundesimmissionsschutzgesetz, die TA Luft sowie die VOC-Richtlinie der EU schreiben neue Grenzwerte für flüchtige organische Verbindungen (kurz VOC für Volatile Organic Compounds) vor. Die neuen Vorgaben betreffen auch Anwendungen mit relativ geringen VOC-Konzentrationen. Bisherige Reinigungsverfahren stoßen gerade dabei schnell an ihre Grenzen. Die regenerative thermische Oxidation ist energieaufwändig, Biofilter brauchen viel Platz und sind ohne langwierige Versuchsreihen nicht ausreichend prozesssicher, die katalytische Oxidation nur bedingt für diskontinuierliche Prozesse geeignet. Und alle erfordern hohe Investitionskosten.

Das neue NTO-Verfahren basiert auf einer Kombination von Adsorption, Ozonisierung und Photolyse. Im Grunde laufen dabei die gleichen Abbau-Prozesse wie in der Natur ab – nur kompakter, schneller, gezielter und effektiver. Die Technologie nutzt Ozon und UV-Strahlung für die Oxidation der Lösungsmittelmoleküle. So können auch schwer abbaubare organische Verbindungen sowie Zwischenprodukte auf zuverlässige Grenzwerte oxidiert werden.



Vorbild Natur: Vermischung, Anreicherung mit Ozon, UV-Strahlung sorgen für reine Luft (folgt).

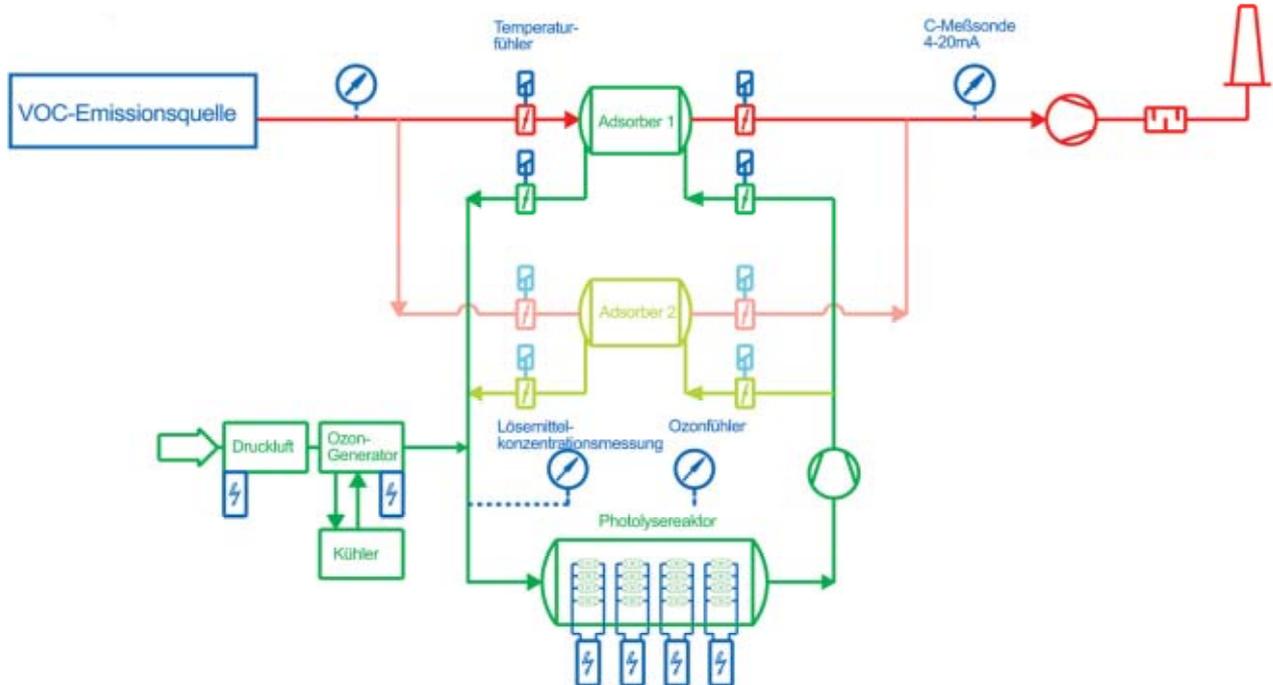


UV-Strahler

Dreifacher Reinigungs-Prozess ohne thermische Belastung

Die neue, patentierte, nicht thermische Oxidationslösung kommt ohne die Erwärmung der Abluft aus. Das NTO-Verfahren arbeitet im kontinuierlichen Betrieb mit zwei sich abwechselnden Adsorptionsfiltern. Das sind Schüttungen, z. B. aus Zeolith, an deren Oberfläche sich die VOC-Moleküle anlagern. Die so gereinigte Luft wird ins Freie geleitet. Während das eine Adsorptionsfilter tätig ist,

wird das andere im Gegenstrom gereinigt. Der VOC-haltige Luftstrom wird mit Ozon vermischt und gelangt in einen so genannten Photolysereaktor. Dort findet eine Gasphasenreaktion wie in der natürlichen Atmosphäre statt: UV Strahlung regt das Ozon an. Es zerfällt in Radikale, die sich mit Luftfeuchtigkeit zu sehr reaktiven OH-Radikalen verbinden. Diese starten den Abbau der organischen Verbindungen. Als Endprodukte entstehen schließlich Wasser und Kohlendioxid. Die Reinigung erfolgt in einem Kreislaufsystem, damit kein Ozon in die Raumluft oder in die gereinigte Abluft entweicht.



Prozess-Kreislauf: Das NTO-Verfahren: geschlossener Kreislauf, der zukünftigen gesetzlichen Vorgaben entspricht.

Die Vorteile des Verfahrens liegen auf der Hand: Der Verzicht auf das thermische Verfahren spart Energie und damit Betriebskosten, verbessert die Anlagenlebensdauer und verhindert die Gefährdung durch hohe Temperaturen bzw. Flammen. Energie wird nur bei Anforderung verbraucht, eine Aufheizphase entfällt. Die kurze Anlagenstartzeit unter zwei Minuten macht das NTO-Verfahren gerade auch für diskontinuierliche Prozesse interessant. Die Kombination von Adsorption, Ozonisierung und Photolyse eröffnet ein breites Anwendungsspektrum und ist flexibel hinsichtlich kurzfristiger Produktionsänderungen. Die Endprodukte sind harmlos und durch die Regeneration des Adsorbens entfallen die Kosten für die bisher notwendige Entsorgung. Und nicht zuletzt: das NTO-Verfahren erfordert nur wenig Platz.

Mobile Versuchsanlage für Testläufe vor Ort

Auf der einen Seite verschärfte gesetzliche Bestimmungen, auf der anderen Seite wachsender Kostendruck – das innovative NTO-Verfahren kann hier helfen. Bestehende Versuchsanlagen bewähren sich bereits in der Automobil-, Textil- und der chemischen Industrie. Grundsätzlich ist der Einsatz für weitere Branchen mit belasteter Abluft (Druck, Pharma, Metallbearbeitung, Reinigung) wie auch für die Geruchsbesichtigung z. B. bei der Verarbeitung von Lebensmitteln oder Tierfutter

möglich. Eine mobile Einheit kann die Prozesssicherheit der NTO-Technologie direkt vor Ort beweisen. Sie reinigt unter Praxisbedingungen einen Teil des jeweiligen Abluftstroms (100 m³/h). Die Testanlage ist mit kompletter Messtechnik zum Nachweis aller relevanten Daten ausgerüstet.



Mobile NTO-Testanlage für Reinigung und Messung der Abluft

Das NTO-Verfahren wurde von der Ecoplas Deutschland GmbH in Zusammenarbeit mit dem Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung an der Universität Stuttgart entwickelt, patentiert, zur Einsatzreife geführt und bereits erfolgreich in der Industrie eingesetzt. Der Anlagenbau erfolgt durch das mittelständische Technologieunternehmen Keller Lufttechnik aus Kirchheim unter Teck. Der Hersteller von Absaugsystemen zur Luftreinhaltung sorgt für eine reibungslose Projektierung, Fertigung und Lieferung der Anlagen. Service-Stationen mit eigenen Service-Monteuren garantieren an sieben Tagen die Woche maximale Verfügbarkeit und Flexibilität.

Tagungsleitung / Referenten

Dr. Nadja Sedlmaier
Bayer. Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Tel.: (0821) 90 71 – 52 20
Fax: (0821) 90 71 – 55 60
E-Mail: nadja.sedlmaier@lfu.bayern.de

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Hagen
Lufttechnik Bayreuth GmbH & Co. KG
Markgrafenstraße 4
95497 Goldkronach

Tel.: (09273)-5 00 – 1 50
Fax: (09273) 5 00 – 1 11
E-Mail: matthias.hagen@ltb.de

Thomas May
DuPont Performance Coatings GmbH & Co. KG
Christbusch 25
42285 Wuppertal

Tel.: (0202) 5 29 – 67 27
Fax: (202) 5 29 – 62 11
E-Mail: thomas.may@deu.dupont.com

Dipl.-Ing. Dieter Ondratschek
Fraunhofer Institut Produktionstechnik und
Automatisierung
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Tel.: (0711) 9 70 – 17 59
Fax: (0711) 9 70 – 10 35
E-Mail: do@ipa.fraunhofer.de

Dr. Richard Schlachta
Bayer. Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Tel.: (0821) 90 71 – 51 97
Fax: (0821) 90 71 – 55 60
E-Mail: richard.schlachta@lfu.bayern.de

Dipl.-Wirtsch.Ing. Ulrich Schmid
Leiter Projektierung / Vertrieb Holz- und Kunst-
stofftechnik
EISENMANN Fördertechnik GmbH & Co. KG
Daimlerstraße 5
71088 Holzgerlingen

Tel.: (07031) 78 – 14 14
Fax: (07031) 78 – 22 – 14 14
E-Mail: ulrich.schmid@eisenmann.de

Dr. Hans Schrübbers
Bremer Gesellschaft für Angewandte Umwelt-
technik – bregau olt GmbH
Mary-Astell-Straße 10
28359 Bremen

Tel.: (0421) 2 20 97 50
Fax: (0421) 2 20 97 50
E-Mail: h.schruebbers@bregau.de

Heinz Georg Vollmer
Fa. SLF Oberflächentechnik
Niederlassung Nord
Gutenbergstraße 14
48282 Emsdetten

Tel.: (02572) 8 09 08 – 0
Fax: (02572) 8 09 08 – 7 77
E-Mail: hg.vollmer@slf-oberflaechentechnik.de

Beiträge Fallbeispiele

Dipl.-Ing. Michael Breuning
EISENMANN Umwelttechnik
Daimlerstraße 5
71088 Holzgerlingen

Tel.: michael.breuning@eisenmann.de
Fax: (07031) 78 – 28 62
E-Mail: (07031) 78 – 22 28 62

Dipl.-Ing. Bernd Müller
Keller Lufttechnik GmbH + Co. KG
Neue Weilheimer Straße 30
73230 Kirchheim unter Teck

Tel.: (07021) 5 74 – 2 94
Fax: (07021) 5 74 – 1 45
E-Mail: mue@kl-direkt.de