
Fachtagung am 21. Juni 2005

Vollzug der 31. BImSchV bei der Holzbeschichtung

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz



Augsburg, 2005 – ISBN 3-936385-80-7

Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg
Tel.: (0821) 90 71 - 0
Fax: (0821) 90 71 - 55 56
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: <http://www.bayern.de/lfu>

Zitiervorschlag:

Bayer. Landesamt für Umweltschutz (Veranst.):

Vollzug der 31. BImSchV bei der Holzbeschichtung (Augsburg 21.06.2005), Augsburg, 2005

Das Bayerische Landesamt für Umweltschutz (LfU) gehört zum Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV).

© Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 2005

Gedruckt auf Recyclingpapier

Inhaltsverzeichnis

Einführung	3
Dr. Nadja Sedlmaier, LfU	
Grundlagen der 31. BImSchV	5
Dr. Richard Schlachta, LfU	
Praxisgerechte Lösemittelbilanzierung in Schreinereien	58
Ralph Hruschka, Fraunhofer Institut Produktionstechnik und Automatisierung	
Einsatz emissionsarmer Beschichtungsstoffe	79
Wilfried Hansemann, ehem. Vorsitzender des Technischen Arbeitskreises der Fachgruppe Holzlacke im Verband der Lackindustrie e. V.	
Praxisbeispiel zur Anwendung emissionsarmer Beschichtungsstoffe: Errichtung einer Anlage zur lösemittelfreien Treppenlackierung	96
Wolfgang Geiselbrecht, Fa. Bauer Treppenbau GmbH	
Lackauftragsverfahren mit verbessertem Wirkungsgrad; umweltoptimierte Lackierkabinen	109
Thomas Schöning, Fa. Rippert Anlagentechnik GmbH & Co. KG	
Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien	130
Dipl.-Ing. Michael Breuning, Fa. EISENMANN Maschinenbau GmbH & Co. KG	
Fallbeispiele aus der Praxis	
Echtholzparkett mit neuer Beschichtung schützen	152
Fa. Dreisol Coatings GmbH & Co.KG	
Der VOC-Verordnung begegnen mit Infrarot-Wärme Wasserlack auf Holz effizienter trocknen	155
Fa. Heraeus Noblelight GmbH	
Umsetzung der Richtlinie 1999/13/EG über die Begrenzung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen	160
Fa. Herberts Möbellacke Coswig GmbH	
Reduzierungsplan – ein Instrument zur Erfüllung der Anforderungen der VOC-Verordnung	169
Fa. Hesse GmbH & Co.	
2-Komponenten Hydro-Synthal-PU-Lacke in der Büro- und Küchenmöbelindustrie	179
Fa. Landshuter Lackfabrik Eduard Leiss KG	
UV-Pulverlackierung von Büromöbelteilen	183
Fa. Sauter GmbH	

Der Einsatz von ökoeffizienten Beschichtungssystemen zur Reduzierung von organischen Emissionen in der industriellen Möbel- und Türenfertigung in Europa	189
3H-Lacke, Lackfabrik Hammen GmbH und Co. KG	

Tagungsleitung / Referenten	208
------------------------------------	-----

Fallbeispiele aus der Praxis: Firmenanschriften	209
--	-----

Einführung

Dr. Nadja Sedlmaier, LfU

Verehrte Kolleginnen und Kollegen aus den Behörden,
geschätzte Partner aus Industrie, Wirtschaft und Handwerk
meine sehr geehrten Damen und Herren,

ich begrüße Sie alle sehr herzlich zu unserer Fachtagung „Vollzug der 31. BImSchV bei der Holzbeschichtung“. Ich freue mich, dass Sie in so großer Zahl unserer Einladung zur heutigen Veranstaltung gefolgt sind.

Die Holzbeschichtung ist eine von 19 verschiedenen Tätigkeiten, für die in der 31. BImSchV Anforderungen festgelegt sind (Tätigkeit nach Anhang II, Nr. 9), wenn der jährliche Lösemittelverbrauch 5 t/a überschreitet. Für die Beurteilung, ob die in einer Anlage durchgeführte Tätigkeit der Holzbeschichtung in den Geltungsbereich der 31. BImSchV fällt, ist nicht nur der Lösemittelverbrauch der eigentlichen Beschichtungstätigkeit, sondern auch der Lösemittelverbrauch bei der Reinigung von Geräten und bei der Instandhaltung zu berücksichtigen. Immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftig werden Anlagen zur Holzbeschichtung, wenn ein Lösemittelverbrauch von 25 Kilogramm je Stunde oder 15 Tonnen je Jahr überschritten wird (Anlagen zur Oberflächenbehandlung, Nr. 5.1 des Anhangs der 4. BImSchV).

Nachdem die Holzbeschichtung in der Praxis eine große Bedeutung besitzt, haben wir uns entschlossen, dem Thema eine eigene Fachtagung zu widmen.

Die heutige Veranstaltung ist – nach der Fachtagung zur Autoreparaturlackierung am 23.04.2002, zu den Druckereien am 10.12.2002 und zur Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten am 18.01.2005 – die vierte in einer Reihe von LfU-Veranstaltungen zum Vollzug der 31. BImSchV. Wir möchten in diesem Zusammenhang auf unser Internet-Angebot unter folgender Adresse hinweisen: <http://www.bayern.de/lfu/luft/index.html>. Dort finden Sie neben den Tagungsbänden eine Einführung zur 31. BImSchV, einen Leitfaden für Reduzierungspläne sowie verschiedene Muster-schreiben und Formulare. Eine weitere Fachtagung zum Vollzug der 31. BImSchV für Anlagen zur Beschichtung von sonstigen Metall- und Kunststoffen (Anlage der Nr. 8 des Anhangs I der 31. BImSchV) ist für den 25.10.2005 vorgesehen. Bei weiterem Informationsbedarf bitten wir Sie, von den Fragebögen, die den Tagungsunterlagen beiliegen, regen Gebrauch zu machen.

Für die heutige Veranstaltung freue ich mich, dass es uns gelungen ist, als Referenten namhafte Experten aus dem Bereich der Holzbeschichtung zu gewinnen und dass auch das Teilnehmer-spektrum neben vielen Kollegen von den bayerischen Immissionsschutzbehörden auch Kollegen aus anderen Bundesländern, Gutachter, Anlagenbetreiber sowie Vertreter der Industrie- und Handelskammern umfasst.

Die Vortragsreihe eröffnen wird Herr Dr. Schlachta vom LfU mit grundsätzlichen Ausführungen zu den Anforderungen der 31. BImSchV. Anschließend wird Herr Hruschka von dem Fraunhofer Institut Produktionstechnik und Automatisierung in Stuttgart die „praxisgerechte Lösemittelbilanzierung in Schreinereien“ vorstellen. Es handelt sich um eines von vier Projekten, das das Baden-Württembergische Umweltministerium in Zusammenarbeit mit dem Umweltzentrum für Handwerk und Mittelstand e.V., Freiburg, zur Untersuchung der Emissionsminderungsmöglichkeiten in

Schreinereien in Auftrag gegeben hatte. Schwerpunkt ist dabei die Präsentation des kostenlosen Excel-Programms, das dem Schreiner das Aufstellen einer Lösemittelbilanz erleichtern soll. Die Ergebnisse der Projekte können Sie übrigens von der Internet-Seite des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg unter <http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/3133> aus dem Internet herunterladen.

Einen Überblick zur Besten Verfügbaren Technik bei Beschichtungsstoffen erhalten Sie von Herrn Hansemann, ehemaliger Vorsitzender des Technischen Arbeitskreises der Fachgruppe Holzlacke im Verband der Lackindustrie e.V.. Die Substitutionspotenziale lösemittelhaltiger Beschichtungsstoffe durch lösemittelfreie bzw. -arme Stoffe werden anhand von Praxisbeispielen aufgezeigt. Dabei wird insbesondere detailliert auf die Anwendungsmöglichkeiten von Wasserlacken und weitere moderne Entwicklungen, wie Pulverlackierung, eingegangen. Darüber hinaus wird Herr Hansemann Hilfestellungen für die praktische Einführung der lösemittelarmen Systeme geben und die möglichen Vorteile für den Betrieb veranschaulichen.

Herr Geiselbrecht wird Ihnen ein Verfahren zum Einsatz emissionsarmer Beschichtungsstoffe bei der Fa. Bauer zur Treppenlackierung vorstellen. Das Projekt wurde als Pilotvorhaben vom Bayerischen Umweltministerium gefördert.

Herr Schöning von der Fa. Rippert Anlagentechnik stellt die Beste Verfügbare Technik bezüglich emissionsarmer Auftragsverfahren vor. Dabei werden die Einsatzmöglichkeiten für die Holzbeschichtung anhand von Praxisbeispielen veranschaulicht. Darüber hinaus wird auf die „umweltfreundliche Lackierkabine“ eingegangen und anhand von Praxisbeispielen ein Überblick über die moderne Lackierkabinentechnik mit optimierter Lüftung unter dem Aspekt der Minderung von Energieverbrauch und Abfällen gegeben.

Die Betriebe, die Primärmaßnahmen nicht anwenden können bzw. wollen, benötigen zur Einhaltung der Anforderungen der 31. BImSchV im Regelfall eine Abgasreinigung. Herr Breuning von der Fa. Eisenmann wird Ihnen zum Schluss hierzu die Anwendungsmöglichkeiten von Abgasreinigungen mit dem Schwerpunkt thermische/katalytische Verfahren (einschließlich Aufkonzentrierungsverfahren sowie Verfahren mit Lösemittelrückgewinnung) unter Berücksichtigung der Art und Menge der Schadstoffe (Anwendungs- und Leistungsgrenzen) präsentieren. Sie erhalten einen Einblick in den Aufbau und der Funktionsweise der Abgasreinigungsverfahren. Anhand eines Praxisbeispiels wird die Anwendungsmöglichkeit aufgezeigt.

Im Übrigen möchte ich noch erwähnen, dass derzeit das BREF „Oberflächenbehandlungsanlagen unter Verwendung organischer Lösemitteln“ im Rahmen des EU-Informationsaustausches nach Art. 16 (2) der EU-IVU-Richtlinie von dem IPPC-Büro in Sevilla erarbeitet wird.

Die aktuelle Fassung kann unter folgender Internet-Adresse heruntergeladen werden: <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>. Den deutschen Beitrag finden Sie unter folgender Adresse: <http://www.bvt.umweltbundesamt.de/surface.htm>.

Ich bedanke mich sehr bei allen Referenten für ihre Bereitschaft an der heutigen Veranstaltung mitzuwirken. Damit wir auch alle Programmpunkte ausreichend behandeln können, möchte ich die Vortragenden bitten, sich an die vorgesehenen Zeiten zu halten. Wir wollen uns bemühen, alle ausreichend zu Wort kommen zu lassen.

Damit wünsche ich Ihnen allen einen interessanten und ergiebigen Tag, bedanke mich für Ihr Kommen und möchte alle Teilnehmer ermuntern, sich an den Diskussionen und am Erfahrungsaustausch lebhaft zu beteiligen. Die Referenten werden Ihnen nach Möglichkeit auch in den Pausen für Fragen zur Verfügung stehen.

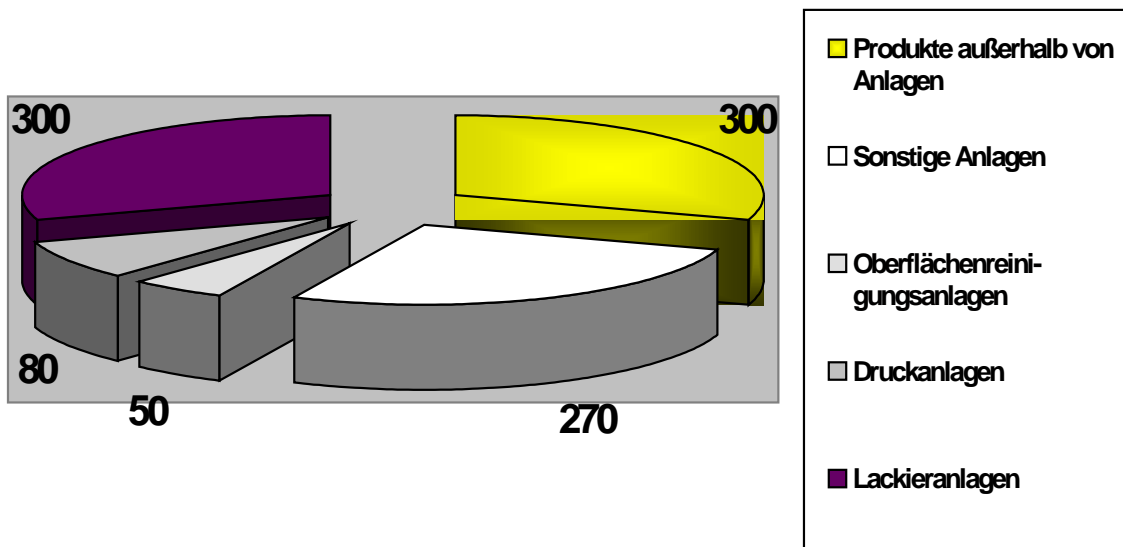
Grundlagen der 31. BImSchV

Dr. Richard Schlachta, LfU

1 Hintergründe

Organische Lösemittel werden bei zahlreichen technischen Verfahren und Tätigkeiten eingesetzt (z. B. beim Lackieren, Drucken) [1], [25]. In Deutschland werden zurzeit nach Angaben des Umweltbundesamtes ca. 1.650 Kilotonnen flüchtige organische Verbindungen aus anthropogenen Quellen emittiert. Der Bereich der Lösemittelverwendung ist daran mit ca. 1.000 Kilotonnen, also mit ca. 60 % beteiligt [13].

Geschätzte Anteile der VOC-Emissionen aus der Lösemittelverwendung für das Jahr 1999 (Angaben in kt/a)



Aufgrund ihrer Flüchtigkeit gelangen diese Verbindungen leicht in die Atmosphäre (VOC = **V**olatile **O**rganic **C**ompounds). Diese Stoffe können einerseits direkt die Gesundheit des Menschen schädigen, andererseits sind sie zusammen mit den Stickstoffoxiden Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon, das bei hoher Sonneneinstrahlung gebildet wird – „Sommersmog“. Ozon wirkt sich sowohl schädigend auf Pflanzen als auch auf die menschliche Gesundheit aus. Aus den genannten Gründen wurde von der Europäischen Gemeinschaft die Richtlinie 1999/13/EG vom 11.03.1999 über die Begrenzung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen, die bei bestimmten Tätigkeiten und in bestimmten Anlagen bei der Verwendung von organischen Lösemitteln entstehen (EU-VOC-RL), erlassen.

Die VOC-RL ist am 11.03.1999 in Kraft getreten und hätte bis zum 01.04.2001 in nationales Recht umgesetzt sein müssen. Bei der nationalen Umsetzung sollte das Ende 1999 in Göteborg angenommene Multischadstoffprotokoll zur Bekämpfung der Versauerung, der Eutrophierung und des bodennahen Ozons im Rahmen der Konvention über den weiträumigen Transport von Luftschadstoffen der UN/ECE (Convention on Long Range Transport of Air Pollutants – CLTRAP, 1999) berücksichtigt werden, das u.a. eine Minderung der VOC-Emissionen um 69 % bis 2010 gegenüber dem Stand 1990 vorsieht. Aus diesem Grund wurde bei der Umsetzung in deutsches Recht eine Absenkung der Erfassungsschwellenwerte für besonders emissionsrelevante Tätigkeiten mit zahlreichen Betrieben (z. B. Autoreparaturlackierung) vorgenommen.

Mit Sitzung vom 15.08.2001 wurde im Bundeskabinett die EU-VOC-Richtlinie als 31. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) in deutsches Recht umgesetzt: 31. BImSchV – Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen – VOC-Verordnung vom 21. August 2001 (BGBl. I Nr. 44 vom 24.08.2001 S. 2180). Die Verordnung ist über die Internetadresse www.bundesanzeiger.de/bgbl1f/findex01.htm zugänglich.

2 Anwendungsbereich und Anforderungen

2.1 Aufbau der VOC-Verordnung

Die VOC-Verordnung ist wie folgt gegliedert:

- Erster Teil: Anwendungsbereich, Begriffsbestimmungen
 - § 1 Anwendungsbereich
 - § 2 Begriffsbestimmungen
- Zweiter Teil: Begrenzung der Emissionen
 - § 3 Allgemeine Anforderungen
 - § 4 Spezielle Anforderungen
- Dritter Teil: Messung und Überwachung
 - § 5 Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen
 - § 6 Genehmigungsbedürftige Anlagen
- Vierter Teil: Gemeinsame Vorschriften
 - § 7 Ableitbedingungen für Abgase
 - § 8 Berichterstattung an die Europäische Kommission
 - § 9 Unterrichtung der Öffentlichkeit
 - § 10 Andere oder weitergehende Anforderungen
 - § 11 Zulassung von Ausnahmen
 - § 12 Ordnungswidrigkeiten
- Fünfter Teil: Schlussvorschriften
 - § 13 Übergangsregelung
- Anhang I: Liste der Anlagen
- Anhang II: Liste der Tätigkeiten
- Anhang III: Spezielle Anforderungen
- Anhang IV: Reduzierungsplan
- Anhang V: Lösemittelbilanz
- Anhang VI: Anforderungen an die Durchführung der Überwachung

2.2 Erfassung der Tätigkeit der Holzbeschichtung von der 31. BImSchV

Ziel der EU-Richtlinie bzw. der Verordnung ist es, die Emissionen an flüchtigen organischen Stoffen (§ 2 Nr. 11; = organische Verbindungen mit einem Dampfdruck von $\geq 0,01$ kPa bei 293,15 K oder bei den jeweiligen Verwendungsbedingungen!), insbesondere Lösemittel, durch Ersatz mit emissionsärmeren Stoffen oder durch Abgasreinigungsmaßnahmen zu vermeiden bzw. zu reduzieren. Für im Anhang I der Verordnung genannte Anlagen in Verbindung mit den aufgeführten Tätigkeiten nach Anhang II sind hierzu Emissionsgrenzwerte aufgeführt (Anhang III), sofern ein bestimmter Schwellenwert für den Lösemittelverbrauch überschritten wird (siehe Anlage 2 dieses Artikels).

Unter dem Lösemittelverbrauch (§ 2 Nr. 19) ist „die Gesamtmenge an organischen Lösemitteln, die in einer Anlage je Kalenderjahr oder innerhalb eines beliebigen Zwölfmonatszeitraums eingesetzt wird, abzüglich aller flüchtiger organischer Verbindungen, die zur Wiederverwertung zurückgewonnen werden“ zu verstehen. Der Begriff Lösemittel umfasst nicht nur „reine Lösemittel“ (d. h. organische Verbindungen, in denen andere Stoffe sich auflösen), sondern auch Reinigungsmittel, Dispersionsmittel, Konservierungsmittel, Weichmacher oder Mittel zur Einstellung der Viskosität oder der Oberflächenspannung.

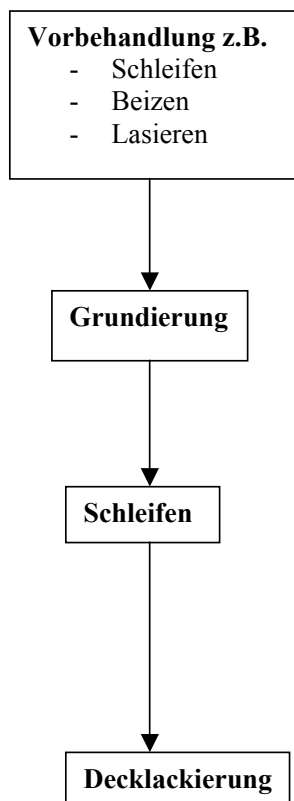
Im Anhang II wird die Tätigkeit der Holzbeschichtung unter Nr. 9 definiert:

Nr.	Bezeichnung der Anlage	Tätigkeitsbeschreibung	Schwellenwert für den LMV (t/a)
9	Beschichten von Holz- oder Holzwerkstoffen	Jede Tätigkeit, bei der durch einfachen oder mehrfachen Auftrag eine Schicht auf Oberflächen von Holz oder Holzwerkstoffen aufgebracht wird	5

Hinweis:

- Gemäß Anhang II Nr. 0.1 zählt der Lösemittelverbrauch bei der Reinigung der eingesetzten Geräte und Apparate sowie bei der Instandhaltung zur jeweiligen im Anhang II genannten Tätigkeit; d. h. die Reinigung der Geräte bei der Holzbeschichtung zählt zum Lösemittelverbrauch der Tätigkeit Holzbeschichtung.

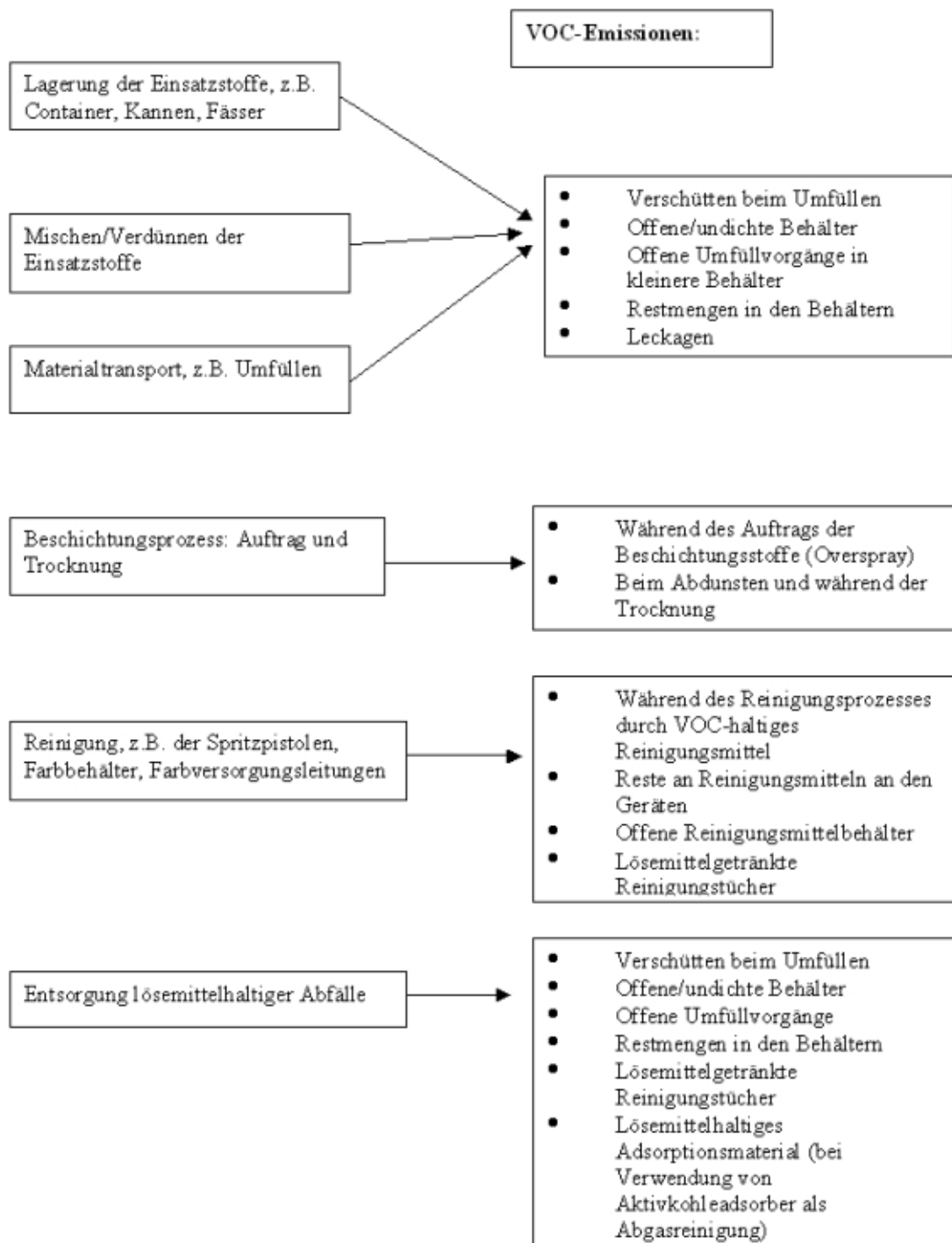
Typischer Arbeitsablauf bei der Holzbeschichtung:



Beizen: Beschichtungsstoffe für natürliche Holzoberflächen zur Färbung bzw. Angleichung der Farbe bei verschiedenartigen Hölzern unter optischer Einhaltung der Holzstruktur bzw. des Porenbildes [23], [18].

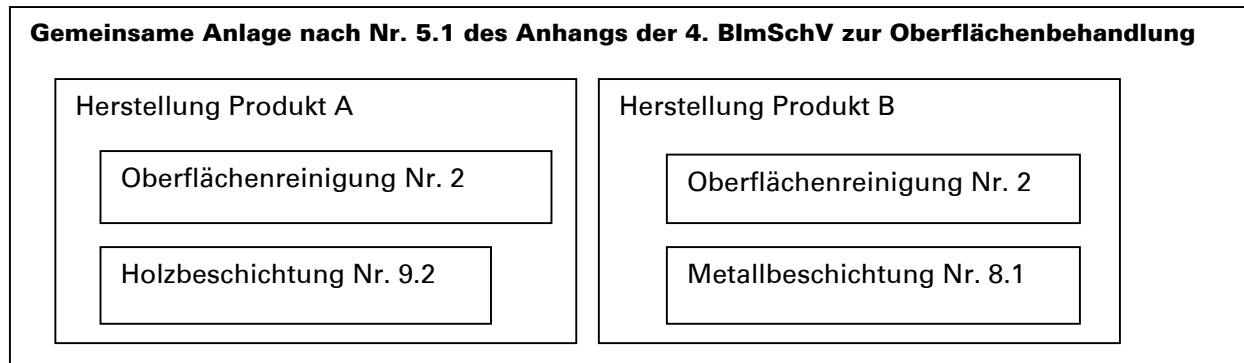
Lasieren: Transparente oder schwachpigmentierte Anstrichsysteme, um nach dem Auftragen ein größtmögliches Durchscheinen des Holzes bei geringer Farbtonänderung zu ermöglichen. Des Weiteren können Lasuren dünnflüssige, farblose oder pigmentierte Holzüberzüge auf der Basis von Lackharzen zur Verschönerung des Holzes sein, die tief ins Holz eindringen und zur Verbesserung noch wasserabweisende und Anti-Fungizid Zusätze enthalten [23], [18].

An folgenden Stellen können bei der Holzbeschichtung Emissionen an VOC auftreten [24], [22]:



2.3 Zusammenhang der immissionsschutzrechtlichen Genehmigungspflichtigkeit von Holzbeschichtungsanlagen und Anwendung der 31. BImSchV

Nach Nr. 5.1 des Anhangs der 4. BImSchV sind Oberflächenbehandlungsanlagen unter Verwendung organischer Lösemittel genehmigungsbedürftig bei einem Verbrauch von organischen Lösemitteln von ≥ 25 kg/h oder ≥ 15 t/a. Oberflächenanlagen sind hierbei Anlagen zum Behandeln von Oberflächen, insbesondere zum Appretieren, Beschichten, Entfetten, Imprägnieren, Kaschieren, Kleben, Lackieren, Reinigen oder Tränken. In einer Oberflächenbehandlungsanlage können daher mehrere Tätigkeiten nach dem Anhang II der 31. BImSchV durchgeführt werden, z. B.:



Im o. g. Beispiel wären in der immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlage zur Oberflächenbehandlung folgende Tätigkeiten der 31. BImSchV vorhanden:

- Oberflächenreinigung nach Nr. 2 des Anhangs I
- Holzbeschichtung nach Nr. 9.2 des Anhangs I
- Metallbeschichtung nach Nr. 8.1 des Anhangs I

Anlagen zur Holzbeschichtung nach Nr. 9.2 des Anhangs I der 31. BImSchV mit einem Lösemittelverbrauch von > 15 t/a sind immer gleichzeitig auch immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftig!

2.4 Anforderungen der VOC-Richtlinie (Übersicht siehe Anlage 1) an die Holzbeschichtung

2.4.1 Spezielle Anforderungen für Anlagen zur Holzbeschichtung:

Nach Anhang III Nr. 9.1 der 31. BImSchV gelten für Anlagen der Nr. 9.1 des Anhangs I mit einem jährlichen Lösemittelverbrauch von bis zu 15 t folgende Anforderungen:

- Verminderung der VOC-Emissionen durch die Verwendung lösemittelarmer Einsatzstoffe nach dem Stand der Technik (Anforderung gilt bis 31.12.2012 nicht für Altanlagen)
- Ab 01.11.2007: Ermittlung der VOC-Emissionen mindestens einmal jährlich durch eine Lösemittelbilanz nach Anhang V
- Ab 01.01.2013: Anwendung eines Reduzierungsplans nach Anhang IV (siehe Kap. 2.5)

Für Anlagen der Nr. 9.2 zur Holzbeschichtung werden in der Nr. 9.2 des Anhangs III der Verordnung folgende Anforderungen genannt:

Nr. des Anhangs I	Lösemittelverbrauchsschwelle [t/a]	Gefasste Abgase [mg/m ³]	Diffuse Emissionen [%]
9.2	>15 – 25	100 ¹	25 ³
	> 25	50 ¹ 20 ²	20 ³

- 1) Für Beschichten und Trocknen
- 2) Bei Anwendung von Abgasreinigungseinrichtungen mit thermischer Nachverbrennung
- 3) Flüchtige organische Verbindungen, die in gefassten unbehandelten Abgasen enthalten sind, zählen zu den diffusen Emissionen

Die maximal zulässigen diffusen Emissionen berechnen sich anhand des o. g. Prozentsatzes aus dem jährlichen Lösemittelleinsatz (I1 + I2). Nachdem bei diesen Anlagen die gefassten unbehandelten Abgase zu den diffusen Emissionen zählen, ist zur Einhaltung der Anforderungen des Anhangs III für die Anlagen der Nr. 9.2 eine Abgasreinigung erforderlich.

Alternativ zur Einhaltung der Emissionsbegrenzungen nach Anhang III kann ein sog. Reduzierungsplan verwendet werden (§ 4 Satz 2 der Verordnung in Verbindung mit Anhang IV), mit dem sich der Betreiber verpflichtet, eine Emissionsminderung in mindestens gleicher Höhe zu erreichen (siehe Kapitel 2.5). Dadurch sollen Primärmaßnahmen, wie z. B. Einsatz lösemittelarmer Lacke, Farben, verstärkt gefördert werden. Im Bereich der Holzbeschichtung ist für Anlagen der Nr. 9.1 des Anhangs I die Anwendung eines Reduzierungsplans gemäß Nr. 9.1 des Anhangs III ab 01.01.2013 obligatorisch.

2.4.2 Allgemeine Anforderungen an VOC-Anlagen:

Darüber hinaus sieht die Verordnung in den allgemeinen Anforderungen (§ 3) einen besonderen Schutz vor gesundheitsschädigenden Lösemitteln vor. So sind krebserzeugende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Stoffe „in kürzest möglicher Frist soweit wie möglich“ zu substituieren (gilt auch für Altanlagen!); als Emissionsbegrenzung ist ein Massenstrom von 2,5 g/h (zum Vergleich EU-VOC-RL: 10 g/h) bzw. im gefassten Abgas von 1 mg/m³ (EU-VOC-RL: 2 mg/m³ bei einem Massenstrom > 10 g/h) geplant. Stoffe, denen der R-Satz R 40 („Irreversibler Schaden möglich“) zugeordnet ist und Stoffe, die in Nr. 3.1.7 Kl. I der TA Luft 1986 einzustufen sind, dürfen einen Massenstrom von 100 g/h oder in gefassten Abgasen eine Massenkonzentration von 20 mg/m³ nicht überschreiten (EU-VOC-RL: Anforderung nur für halogenierte VOC's mit R-Satz R 40).

Des Weiteren hat der Betreiber einer Anlage alle geeigneten Maßnahmen zu treffen, um die Emissionen während des An- und Abfahrens so gering wie möglich zu halten. Außerdem sind beim Umfüllen von organischen Lösemitteln mit einem Siedepunkt bei 1.013 mbar bis zu 150 °C besondere technische Maßnahmen zur Emissionsminderung zu treffen, wenn 100 Tonnen oder mehr jährlich umgefüllt werden.

Bei immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen finden für die Messung und Überwachung die Anforderungen der TA Luft Anwendung (§ 6 der Verordnung). Bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen sind die Messungen und Überwachung im § 5 der Verordnung geregelt. Nachdem Anlagen der Nr. 9.1 mit einem Lösemittelverbrauch von > 5 – 15 t/a im Allgemeinen nicht genehmigungsbedürftig sind und nach Nr. 9.1 des Anhangs III einen Reduzierungsplan einhalten müssen, sind Emissionsmessungen für diese Anlagen nicht relevant.

In § 7 der Verordnung sind die Anforderungen an die Ableitbedingungen der Abgase aufgeführt:

- genehmigungsbedürftige Anlagen: Ableitung nach TA Luft
- nicht genehmigungsbedürftige Anlagen: Abtransport in die freie Luftströmung muss gewährleistet sein. Aus fachtechnischer Sicht des LfU sind hierzu die Anforderungen der VDI-Richtlinie 2280 E heranzuziehen.

Übergangsregelungen zur Einhaltung der Anforderungen der VOC-Verordnung sind im § 13 genannt. Altanlagen (siehe § 2 Begriffsbestimmungen Nr. 3.) haben im Regelfall spätestens bis zum 31.10.2007 die Anforderungen zu erfüllen; ausgenommen davon: Substitution krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe nach § 3 Abs. 2 Satz 1 in kürzest möglicher Frist. Bei Altanlagen, bei denen eine wesentliche Änderung vorgenommen wird oder die infolge einer wesentlichen Änderung erstmals unter die Verordnung fallen, sind die Anforderungen der VOC-Verordnung ab dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme der wesentlich geänderten Anlage einzuhalten. In Anlage 3 des Artikels sind die wichtigsten Fristen zusammengefasst.

2.5 Anhang IV Reduzierungsplan (siehe auch LfU-Leitfaden zur Erstellung von Reduzierungsplänen unter <http://www.bayern.de/lfu/luft/index.html>)

Der Betreiber hat die freie Wahl, ob er die Anforderungen des § 4 der VOC-Verordnung durch eine „end of pipe“-Technologie (Abgasreinigung) oder durch Anwendung eines Reduzierungsplans einhalten will (§ 4 Satz 2).

Nachdem im Bereich der Holzbeschichtung Abgasreinigungen im Allgemeinen nicht verwendet werden, ist die Anwendung eines Reduzierungsplans für diese Branche eine geeignete alternative Möglichkeit, die speziellen Anforderungen des § 4 der 31. BImSchV einzuhalten [20] [19], [21]. Grundsätzlich gilt nach § 4 Satz 2 bei Anwendung des Reduzierungsplans, dass eine Emissionsminderung in mindestens gleicher Höhe zu erreichen ist, wie bei Einhaltung der im Anhang III genannten Emissionsbegrenzungen. Es existieren drei Arten von Reduzierungsplänen:

- a) Anlagenspezifischer Reduzierungsplan nach Abschnitt A des Anhangs IV
- b) Reduzierungsplan für Beschichtungsanlagen nach Abschnitt B des Anhangs IV
- c) Vereinfachter Nachweis nach Abschnitt C des Anhangs IV

Die Anwendung eines Reduzierungsplans ist die bevorzugte Methode zur Vermeidung und Minimierung der VOC-Emissionen („Primärmaßnahmen“), z. B. durch

- Einsatz von Wasserlacken (niedriger VOC-Gehalt)
- Pulverbeschichtung
- High Solid Lacke (Lacke mit hohem Festkörpergehalt)
- Strahlungshärtende VOC-arme Lacke (z.B. Härtung mit UV-Strahlen)

Hinweis:

Auch bei Anwendung eines Reduzierungsplans nach § 4 Satz 2 sind die weiteren Anforderungen der 31. BImSchV zu beachten; dies gilt insbesondere für § 3 Allgemeine Anforderungen (z. B. Substitutionsgebot der CMR-Stoffe) und § 7 Ableitbedingungen.

2.5.1 Anlagenspezifischer Reduzierungsplan

Der Reduzierungsplan kann individuell für die jeweilige Anlage erstellt werden (Typ A). Bei Anwendung des anlagenspezifischen Reduzierungsplans müssen die Betreiber die Gleichwertigkeit zur Einhaltung der Emissionsgrenzwerte nach Anhang III nachweisen. Soll bei den Holzbeschichtungsanlagen ein Reduzierungsplan eingesetzt werden, so ist grundsätzlich der unter Abschnitt B Nr. 2 des Anhangs IV genannte Reduzierungsplan als konkretere Vorschrift gegenüber einem Reduzierungsplan nach Abschnitt A vorzuziehen.

Eine Möglichkeit der Anwendung eines anlagenspezifischen Reduzierungsplans bei der Holzbeschichtung könnte z. B. eine Kompensationslösung zwischen den „Emissionsarten“ Nr. 9.2.1 „gefasstes behandeltes Abgas“ und Nr. 9.2.2 „diffuse Emissionen“ des Anhangs III der 31. BImSchV sein. Dies könnte z. B. dann angewendet werden, wenn aufgrund der eingesetzten Abgasreinigungstechnik der Emissionsgrenzwert von 50 mg C/m³ zwar überschritten würde, im Gegenzug dafür der Emissionsgrenzwert für diffuse Emissionen von 20 % des eingesetzten Lösemittels entsprechend unterschritten würde. In diesem Fall könnten die „Mehremissionen“ des gefassten behandelten Abgases mit den „Minderemissionen“ der diffusen Emissionen kompensiert werden. Die maximal zulässige Gesamtemission aus der Summe der maximal zulässigen Emissionsfracht des behandelten Abgases sowie der diffusen Emissionen muss jedoch eingehalten werden.

Hinweis:

Bei Überschreitung der zulässigen Emissionsmassenkonzentration im gefassten behandelten Abgas ist zu prüfen, ob schädliche Umwelteinwirkungen ausgeschlossen werden können.

2.5.2 Reduzierungsplan nach Abschnitt B:

Für das Aufbringen von Beschichtungsstoffen, Klarlacken, Klebstoffen oder Druckfarben ist unter B des Anhangs IV ein Reduzierungsplan dargestellt, bei dessen Anwendung ein Gleichwertigkeitsnachweis (Einhaltung der im Anhang III genannten Emissionsbegrenzungen) nicht mehr erforderlich ist.

Die Anwendung eines Reduzierungsplans nach Anhang IV Abschnitt B setzt gemäß Nr. 1 grundsätzlich die Einhaltung der Zielemission durch Verringerung des durchschnittlichen Gehaltes an flüchtigen organischen Verbindungen der Einsatzstoffe und Reinigungsmittel bzw. die Erhöhung des Feststoffnutzungsgrades voraus (Ziel: Emissionsminderung durch Primärmaßnahmen).

Vorgehensweise:

- Bestimmung der Gesamtmasse der Feststoffe in der jährlich verbrauchten Menge an Beschichtungsstoff und/oder Druckfarbe, Lack, Farbe, Klebstoff
- Berechnung der jährlichen Bezugsemission = Feststoffgesamtmasse * Multiplikationsfaktor (aus Spalte 3 der Tabelle unter B 2.)
- Berechnung der Zielemission = Bezugsemission * Prozentsatz (abhängig von Anlagenart, aus Spalte 4 der Tabelle unter B 2.)
- Der Reduzierungsplan ist eingehalten, wenn die tatsächliche Gesamtemission nach Lösemittelbilanz des Anhangs V \leq Zielemission

Als Feststoffe gelten alle Stoffe in Beschichtungsstoffen, Druckfarben, Klarlacken, Lacken und Klebstoffen, die sich verfestigen, sobald das Wasser oder die flüchtigen organischen Verbindungen verdunstet sind (wie z. B. Bindemittel, Pigmente, Füllstoffe in Lacken, Farben, Klebstoffen).

	Lösemittelverbrauch [t/a]	Multiplikationsfaktor zur Ermittlung der jährlichen Bezugsemissionen	Prozentsatz zur Ermittlung der Zielemissionen
9.1	> 5 – 15	4	(25 + 15)%
9.2	>15 – 25	3 ¹	(25 + 15)%
9.2	> 25	3 ¹	(20 + 5)%

- 1) Für Applikationsverfahren mit einem Auftragswirkungsgrad von > 85 % (beispielsweise Walzen) **kann** der Multiplikationsfaktor 4 zugrunde gelegt werden.

Hinweis:

Gemäß der Fußnote des Reduzierungsplans nach Abschnitt B des Anhangs IV der 31. BImSchV kann bei Holzbeschichtungsanlagen der Nr. 9.2 des Anhangs I mit einem Lösemittelverbrauch von > 15 t/a ein Multiplikationsfaktor von 4 zugrunde gelegt werden, wenn Applikationsverfahren mit einem Auftragswirkungsgrad von > 85,% eingesetzt werden.

Grundsätzlich liegt die Entscheidung über die Wahl des Emissionsfaktors im Ermessen der Genehmigungsbehörde („Kann“-Bestimmung). Dies leitet sich aus Anhang IV Abschnitt B Nr. 2 Satz 5 ab, wonach die "zuständige Behörde eine Anpassung der genannten Multiplikationsfaktoren bei einzelnen Anlagen vornehmen kann, um bei der Anwendung von Applikationsverfahren nach dem Stand der Technik dem nachgewiesenen erhöhten Feststoffnutzungsgrad Rechnung zu tragen." Die Anwendung eines Multiplikationsfaktors von 4 mit dem Zugeständnis von höheren Bezugsemissionen und somit höheren Zielemissionen soll ein umweltpolitischer Anreiz sein, Auftragsverfahren (z. B. Sprühverfahren) mit einem hohen Lackverlust durch Verfahren mit geringeren Lackverlusten (z. B. Auftrag mittels Walzen) zu ersetzen. Bei der Umstellung auf Auftragsverfahren mit hohem Wirkungsgrad entstehen weniger Auftragsverluste und folglich wird weniger Beschichtungsstoff inklusive Festkörperanteil verbraucht. Um die Betreiber zu belohnen, die ihr Verfahren auf einen hohen Auftragungswirkungsgrad umstellen und damit ihren Lackverbrauch und Emissionen verringern, kann die Behörde sich für einen höheren Emissionsfaktor entscheiden („Bonus“).

Beispiel 1 zur Anwendung eines Reduzierungsplans nach Abschnitt B:

Zur Vereinfachung: nur ein Lack!

Bisheriger Verbrauch: 50 t Lack/Jahr mit einem Festkörperanteil von 30 %:

-> Gesamtmasse der Feststoffe: $50 \text{ t} * 0,3 = 15 \text{ t}$

-> Jährliche Bezugsemission: $15 \text{ t} * 3$ (aus Tab. Sp. 3 unter B 2. des Anhangs IV) = 45 t

-> Zielemission = $45 \text{ t} * (25 + 15)/100$ (aus Tab. Sp. 4 unter B 2. des Anhangs IV) = 18 t/a

-> Das Verfahren ist auf einen Lack umzustellen, bei dessen Anwendung je 15 t Feststoffen nicht mehr als 18 t Lösemittel emittiert werden.

Beispiel 2: Beschichtung von Holz (Anlage nach Nr. 9.2 des Anhangs I)(nach [10])

Spritzapplikation

Emissionen: gefasste unbehandelte Abgase aus der Lackier- und Trockenzone

Material	Wareneingang [kg] (1.1. – 31.12.01)	Lagerbestand		Verbrauch 2001 [kg]	VOC-Anteil 2001		Feststoffgehalt 2001	
		01.1.01	31.01.01		[%]	[kg]	[%]	[kg]
Beize	750	399	376	773	81	626,1	4	30,9
Farbe	1165	283	181,5	1266,5	92	1166,2	8	100,3
Grundie- rung	21450	2636	3502	20584	70	14408,8	30	6175,2
Härter	0	20	2,0	18	55	9,9	45	8,1
Hilfsmittel	680	132	245	567	62	351,5	7	39,7
Lack	4946	725	650	5021	70	3514,7	29	1456,1
Paste	114	285	248	151	2	3	52	78,5
Verdün- nung	2720	255	381	2594	100	2594	0	0
Wachs	2000	280	0	2280	76	1732,8	20	456
Summe				33242		24407		8344,8

Lösemittelbilanz

I1	Lösemittelverbrauch: hier Summe Sp. 7 der o.g. Tabelle
I2	entfällt, da keine Lack-Rückgewinnung
O1.1	entfällt, da keine gefassten behandelten Abgase
O1.2	entfällt, da gemäß Anhang III Nr. 9.2.2 diese Abgase zu den diffusen Emissionen zählen
O2	vernachlässigbar
O3	vernachlässigbar
O4	diffuse Emissionen (Berechnung siehe unten)
O5	entfällt, da keine Abgas- oder Abwasserreinigungsanlage
O6	vernachlässigbar
O7	entfällt
O8	entfällt
O9	entfällt

- Ermittlung des Lösemittelverbrauchs
 $LV = I1 - O8 = 24407 \text{ kg} - 0 \text{ kg} = 24407 \text{ kg}$
 -> Anlage unterliegt der VOC-Verordnung: Nr. 9.2 des Anhangs I (Schwellenwert Lösemittelverbrauch: 15 t/a)
 -> Anlage war der Genehmigungsbehörde bis spät. 25.08.2003 anzuzeigen (siehe § 5 Abs. 2)
- Bestimmung der diffusen Emissionen
 (nach 2.2.1 b des Anhangs V)
 $F = I1 - O1.1 - O5 - O6 - O7 - O8 = 24407 \text{ kg} - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 = 24407 \text{ kg}$
- Bestimmung der Gesamtemissionen
 $E = F + O1.1 = 24407 \text{ kg} + 0 \text{ kg} = 24407 \text{ kg}$

Grenzwert für diffuse Emissionen (hier: gleichzeitig Gesamtemissionsgrenzwert) nach Anhang III Nr. 9.2.2: 25 % der eingesetzten Lösemittel

Hier: 100 % der eingesetzten Lösemittel werden emittiert!

-> Einhaltung des Emissionsgrenzwertes durch Errichtung einer Abgasreinigung oder Anwendung eines Reduzierungsplanes

Reduzierungsplan nach Anhang IV Abschnitt B:

Bezugsemission: 8344,8 kg Feststoff/Jahr * 3 (Multiplikationsfaktor) = 25034,4 kg/a

Zielemission = Bezugsemission * Prozentsatz = 25034,4 kg/a * (25 + 15)% = 10013,8 kg/a

Folgende Emissionen sind einzuhalten:

- ab 01.11.2005: Zielemission * 1,5 = 15020,6 kg/a
- ab 01.11.2007: Zielemission = 10013,8 kg/a

Holzbeschichtungsanlagen der Nr. 9.2 (Lösemittelverbrauch > 15 t/a):

Termine zur Einhaltung des Reduzierungsplans nach Abschnitt B:

Zeitpunkte für die Einhaltung der maximal zulässigen Gesamtemissionen		Maximal zul. Gesamtemission/Jahr
Neue Anlagen	Altanlagen	
Seit 25.08.2001	ab 01.11.2005	Zielemission * 1,5
Seit 01.11.2004	ab 01.11.2007	Zielemission

Holzbeschichtungsanlagen der Nr. 9.1 (Lösemittelverbrauch > 5 – 15 t/a):

Termine zur Einhaltung des Reduzierungsplans nach Abschnitt B:

Ab 01.01.2013

Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips bei Anwendung eines Reduzierungsplans bei genehmigungsbedürftigen Anlagen

Gemäß § 4 Satz 3 muss bei der Anwendung eines Reduzierungsplans bei immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen der Stand der Technik nach § 5 Abs. 1 Nr. 2 des BImSchG berücksichtigt werden. Nachdem der Reduzierungsplan im Allgemeinen nur die Emissionsfracht/Jahr in der Summe regelt und nicht mehr nach diffusen und gefassten Emissionen unterscheidet, muss sichergestellt werden, dass an den gefassten Emissionsquellen einer Anlage trotz Einhaltung des Reduzierungsplans der Vorsorgebereich nicht verlassen wird (insbesondere auch zur Vermeidung von erheblichen Geruchsbelästigungen durch flüchtige organische Stoffe). Dies bedeutet, dass auch bei Anwendung eines Reduzierungsplans für die gefassten Emissionsquellen einer immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlage Emissionsbegrenzungen für organische Stoffe (Emissionsmassenkonzentrationen bzw. Emissionsmassenströme) festzulegen sind. Hierfür kann die TA Luft als Erkenntnisquelle dienen.

2.5.3 Vereinfachter Nachweis:

Unter C des Anhangs IV sind für verschiedene Anlagen, darunter für Anlagen zur Holzbeschichtung mit einem Lösemittelverbrauch von < 15 t/a (Nr. 9.1 des Anhangs I), „vereinfachte“ Nachweise zur Einhaltung des Reduzierungsplanes nach Anhang B aufgenommen worden:

Anlagennr. nach Anhang I	Vereinfachter Nachweis zur Einhaltung der Anforderungen
9.1 Holzbeschichtung	Ausschließlicher Einsatz von Beschichtungsstoffen mit einem VOC-Wert von höchstens <ul style="list-style-type: none"> a) 250 g/l bei der Beschichtung von ebenen und planen Oberflächen, b) 450 g/l bei der Beschichtung sonstiger Oberflächen und c) ausschließlich Einsatz wässriger Beizen mit einem VOC-Wert von höchstens 300 g/l

Die angegebenen VOC-Werte dürfen nicht mit den Lösemittelgehalten (meist angegeben in Gewichts-%) verwechselt werden – die Berechnung der VOC-Werte hat nach Anhang VI Nr. 4 der 31. BImSchV zu erfolgen! Die VOC-Werte beziehen sich auf die anwendungsfertigen Beschichtungsstoffe und gelten grundsätzlich für jeden einzelnen eingesetzten Beschichtungsstoff, d. h. sie stellen keinen Summenparameter über die Einsatzstoffe dar.

Der Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen („VOC-Wert“) ist bei Beschichtungsstoffen für Holzoberflächen als Masse, bezogen auf einen Liter Beschichtungsstoff, wie folgt definiert (siehe Anhang V Nr. 4.1):

$$\text{VOC-Wert (g/l)} = (100 - n_{fa} - m_w) * \rho_s * 10$$

n_{fa} = nichtflüchtige Anteile = Feststoffgehalt

ρ_s = Dichte des Beschichtungsstoffs

m_w = Massenanteil des Wassers in Prozent

Beispiel: Berechnung des VOC-Wertes nach Nr. 4.2 des Anhangs VI der Verordnung – Ersatz einer Lösemittelbeize durch eine wässrige Beize entsprechend Anhang IV C Nr. 3c

VOC-Gehalt Lösemittelbeize (Anlagen der Nr. 9 des Anhangs I):

Feststoffgehalt 5 Gew.% (= nichtflüchtige Anteile n_{fa}), Lösemittelanteil 95 Gew.%,

Dichte (ρ_s): 0,9 g/cm³, Massenanteil des Wassers in % (m_w): 0

$$\text{VOC-Wert (g/l)} = (100 - n_{fa} - m_w) * r_s * 10 = (100 - 5 - 0) * 0,9 * 10 = \underline{855 \text{ g/l}}$$

VOC-Gehalt Wasser/Lösemittelbeize:

Feststoffgehalt 5 Gew.% (= nichtflüchtige Anteile n_{fa}), Lösemittelanteil 25 Gew.%,

Dichte (ρ_s): 1,0 g/cm³, Massenanteil des Wassers in % (m_w): 70

$$\text{VOC-Wert (g/l)} = (100 - n_{fa} - m_w) * r_s * 10 = (100 - 5 - 70) * 1,0 * 10 = \underline{250 \text{ g/l}}$$

2.5.4 Vorteile bei Verwendung eines Reduzierungsplans

- Bei Anwendung eines Reduzierungsplans nach Anhang IV B oder C (Ausnahme Anlagen der Nr. 10.1 des Anhangs I) ist im Allgemeinen keine Abgasreinigung erforderlich (Voraussetzung: Durchführung von Primärmaßnahmen):
→ Keine Investitions- und Betriebskosten durch Abgasreinigung
- Gemäß § 5 Abs. 4, Satz 4, sind Emissionsmessungen nicht erforderlich, da bei Anwendung eines Reduzierungsplans nach Anhang IV B oder C (Ausnahme Anlagen der Nr. 10.1 des Anhangs I) keine Abgasreinigung erforderlich ist! → Einsparung von Betriebskosten!
- Bei Verwendung eines vereinfachten Nachweises entfällt sogar die Lösemittelbilanzierung zum Nachweis der Einhaltung der Zielemissionen!

2.5.5 Mitteilung des Reduzierungsplans an die Behörde und Annahme durch die Behörde

Bei nichtgenehmigungsbedürftigen neuen Anlagen bzw. wesentlich geänderten Anlagen ist der Reduzierungsplan im Rahmen der Anzeige gemäß § 5 Abs. 2 Satz 1 und 3 rechtzeitig vor Inbetriebnahme der Anlage bzw. der geänderten Anlage der zuständigen Genehmigungsbehörde vor-

zulegen. Bei genehmigungsbedürftigen Anlagen ist der Reduzierungsplan als Bestandteil der Genehmigungsunterlagen aufzunehmen.

Bei Altanlagen der Nr. 9.2 des Anhangs I war die Aufstellung eines Reduzierungsplans bis spät. 31.10.2004 der Behörde mitzuteilen (§ 5 Abs. 7 und § 6 Satz 3). Bei Holzbeschichtungsanlagen mit einem Lösemittelverbrauch < 15 t/a (Nr. 9.1 des Anhangs I) ist ein Reduzierungsplan in Analogie von Abschnitt C Nr. 3. des Anhangs IV bis spät. 31.12.2012 gegenüber der Genehmigungsbehörde verbindlich mitzuteilen. Der Reduzierungsplan bedarf in allen Fällen der Annahme der zuständigen Genehmigungsbehörde und muss deshalb von dieser fachlich geprüft werden.

Der Trend bei der Holzbeschichtung geht immer mehr zu wasserbasierenden Beschichtungsstoffen und Reinigungsmitteln [18]. Dies bietet dem Betreiber auch die Chance, dass mit zunehmendem Ersatz der lösemittelhaltigen Beschichtungsstoffe und Reinigungsmittel durch lösemittelarme Beschichtungsstoffe und Reinigungsmittel die VOC-Verbrauchsschwellen unterschritten werden können und die Anlage ggf. aus dem Anwendungsbereich der Verordnung herausfällt.

2.6 Anhang V Lösemittelbilanz

Nach § 5 Abs. 6 und § 6 Satz 3 (Überprüfung der Einhaltung der Emissionsbegrenzungen für diffuse Emissionen, für die Gesamtemissionen und des Reduzierungsplans) ist mindestens einmal im Kalenderjahr eine Lösemittelbilanz nach dem Verfahren im Anhang V durchzuführen. Abweichend davon gilt bei Holzbeschichtungsanlagen der Nr. 9.1 ein Turnus von 3 Jahren zur Feststellung der Einhaltung der Anforderungen. Die Lösemittelbilanz dient auch zur Bestimmung des Lösemittelverbrauches und damit zur Ermittlung, ob die Anlage der VOC-Verordnung unterliegt. Der Lösemittelbilanz kommt daher eine besondere Bedeutung zu. Im Übrigen ist zu erwarten, dass die Lösemittelbilanz als positive Begleiterscheinung für den Betrieb zukünftig als Controlling- und Managementsystem zur Betriebskostenreduzierung verwendet wird. Die Betriebe erhalten durch die Lösemittelbilanz erstmalig einen Überblick über die von einem Lösemittelsatz betroffenen Betriebsbereiche und können somit Schwachstellen leichter erkennen.

Bei der Erstellung der Lösemittelbilanz können insbesondere Probleme bei der Datenbeschaffung auftreten, z. B.:

- Verfügbarkeit der Einkaufs- oder Verbrauchsmengen.
- Angaben zu den VOC-Gehalten sowie den Feststoffanteilen der Einsatzstoffe.
- Der Begriff Lösemittel der VOC-Verordnung umfasst nicht nur Lösemittel sondern auch andere flüchtige organische Hilfsstoffe (z. B. Weichmacher), die in der Bilanz zu berücksichtigen sind.
- Fehlende Daten über die Rückgewinnungsmenge bei innerbetrieblichen Lösemittelkreislaufverfahren.
- Unsicherheiten bezüglich des VOC-Gehaltes im Produkt, Abfall, Abwasser, in der Abluft (schwankende Abgasvolumenströme).

Übersicht der In/Outputströme (siehe auch Anlage 4)

Bezeichnung	Stoffstrom	Bemerkung
I 1	im Bilanzzeitraum eingesetzte Lösemittel	
I2	im Bilanzzeitraum im selben Prozess eingesetzte Lösemittel aus der betriebsinternen Aufbereitung	nur, wenn Aufbereitungsanlage vorhanden
O1.1	Emissionen im gefassten behandelten Abgas	nur, wenn Abgasreinigung vorhanden
O1.2	Emissionen im gefassten unbehandelten Abgas	bei der Holzbeschichtung zählen die gefassten unbehandelten Abgase zu den diffusen Emissionen
O2	Lösemittel im Abwasser	bei Nassabscheidern; ggf. unter Berücksichtigung der Abwasseraufbereitung bei der Berechnung von O5
O3	Rückstand oder Verunreinigung im Produkt	
O4	diffuse Emissionen durch Fenster, Türen, Lüftungsschächte usw.	
O5	Lösemittel, die chemisch oder physikalisch zerstört werden (z. B. Verbrennung, Aufbereitung von Abgasen, Abwasser)	nur, wenn Abluft- oder Abwasserreinigung
O6	Lösemittel im Abfall	
O7	Lösemittel zum Verkauf (z.B. bei der Herstellung von Lacken, Farben oder Klebstoffen)	
O8	gelagerte Menge aus der Aufbereitung	entfällt, wenn keine betriebsinterne Aufbereitung
O9	Freisetzung auf sonstigem Weg	Ausnahmefälle

Zur Überprüfung der Einhaltung des Gesamtemissionsgrenzwertes oder der Zielemission des Reduzierungsplans (Anhang IV Abschnitt B) lassen sich die Emissionen durch Addition der ermittelten diffusen Emissionen F (siehe 2.2 des Anhangs V) mit den Emissionen in den gefassten Abgasen berechnen.

Bei Altanlagen der Nrn. 9.1 (siehe Anhang III 9.1 b)) sowie 9.2 hat die Lösemittelbilanzierung spätestens ab dem 01.11.2007 zu erfolgen; d. h. zulässiger spätester Bilanzierungstermin: 01.11.2007 – 31.10.2008.

Der Inputstrom I1 berechnet sich wie folgt:

- a) IA = Menge von organischen Lösemitteln in Farben, Verdünnern und Reinigungsmitteln im Anfangslagerbestand bei Beginn des Beurteilungszeitraums
- b) IZ = Zugekaufte Menge an organischen Lösemitteln in Farben, Verdünnern und Reinigungsmitteln während des Beurteilungszeitraums
- c) IE = Lagerbestand der Menge organischer Lösemitteln in Farben, Verdünnern und Reinigungsmitteln bei Ende des Beurteilungszeitraums

$$I1 = (IA + IZ) - IE$$

Der Lösemittelverbrauch LV zum Vergleich mit den in der Verordnung genannten Verbrauchsschwellen berechnet sich: $LV = I1 - O8$

Die diffusen Emissionen berechnen sich lt. Anhang V Nr. 2.2.1 b) für Anlagen der Holzbeschichtung nach: $F = I1 - O1.1 - O5 - O6 - O7 - O8$

Die Gesamtemission E ergibt sich aus (Nr. 2.1.2 b des Anhangs V): $E = F + O1.1$

Fristen zur Erstellung der jährlichen Lösemittelbilanz gemäß § 5 Abs. 6 und § 6 Satz 2 für Holzbeschichtungsanlagen:

GENEHMIGUNGSBEDÜRFTIGE ANLAGEN NR. 9.2 DES ANHANGS I		
	Termine für die Erstellung der Lösemittelbilanz	Funktion der Lösemittelbilanz
Neuanlagen		
	Erstmalig vor Inbetriebnahme	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs (Anhang V Nr. 2.1.1) sowie zur Prüfung der Plausibilität der Einhaltung der Anforderungen nach § 4 Satz 1 Nr. 1 Buchstabe b) oder c) oder der Einhaltung des Reduzierungsplans nach § 4 Satz 2 (Abschätzung)
	Jährlich ab Inbetriebnahme	Nachweis der Einhaltung der Anforderungen nach § 4 Satz 1 Nr. 1 Buchstabe b) oder c) oder der Einhaltung des Reduzierungsplans nach § 4 Satz 2 sowie der Ermittlung des Lösemittelverbrauchs
Wesentliche Änderung von Anlagen		
	Erstmalig vor Inbetriebnahme der wesentlich geänderten Anlage im Rahmen des Genehmigungsantrages	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs (Anhang V Nr. 2.1.1) sowie zur Prüfung der Plausibilität der Einhaltung der Anforderungen nach § 4 Satz 1 Nr. 1 Buchstabe b) oder c) oder der Einhaltung des Reduzierungsplans nach § 4 Satz 2 (Abschätzung)
	Jährlich ab Inbetriebnahme der wesentlich geänderten Anlage	Nachweis der Einhaltung der Anforderungen nach § 4 Satz 1 Nr. 1 Buchstabe b) oder c) oder der Einhaltung des Reduzierungsplans nach § 4 Satz 2 sowie der Ermittlung des Lösemittelverbrauchs

GENEHMIGUNGSBEDÜRFTIGE ANLAGEN NR. 9.2 DES ANHANGS I		
Altanlagen		
	Termine für die Erstellung der Lösemittelbilanz	Funktion der Lösemittelbilanz
Bei Entscheidung für die Einhaltung der anlagenspezifischen Emissionsgrenzwerte des Anhangs III	Erster Bilanzierungszeitraum spätestens vom 01.11.2007 – 31.10.2008 und danach jährlich	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs sowie Nachweis der Einhaltung der Anforderungen nach § 4 Satz 1 Nr. 1 Buchstabe b) oder c)
Bei Entscheidung für einen Reduzierungsplan gemäß § 4 Satz 2	Spätestens bis zum 31.10.2004 im Rahmen der Mitteilung des Reduzierungsplanes an die Behörde Erster Bilanzierungszeitraum spätestens vom 01.11.2005 – 31.10.2006 und danach jährlich	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs sowie bei Anwendung eines Reduzierungsplans auch in der Regel als Grundlage für die Aufstellung und Prüfung seiner Plausibilität Nachweis der Einhaltung des Reduzierungsplans nach § 4 Satz 2 sowie Ermittlung des Lösemittelverbrauchs

NICHT GENEHMIGUNGSBEDÜRFTIGE ANLAGEN NR. 9.1 DES ANHANGS I (LÖSEMITTELVERBRAUCH > 5 – 15 t/a)		
Neuanlagen		
	Termine für die Erstellung der Lösemittelbilanz	Funktion der Lösemittelbilanz
Im Rahmen der Anzeige nach § 5 Abs. 2 Satz 1	Erstmalig vor Inbetriebnahme im Rahmen der Anzeige nach § 5 Abs. 2 Satz 1	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs (Anhang V Nr. 2.1.1)
Ermittlung der Emissionen an VOC (Anhang III, 9.1 b)	Zulässiger spätester Bilanzierungszeitraum: 01.11.2007 – 31.10.2008 und danach jährlich	Ermittlung der Emissionen nach Anhang V (siehe Anhang III, Nr. 9.1 b)) sowie des Lösemittelverbrauchs
Anwendung eines Reduzierungsplanes gemäß nach Anhang IV (Anhang III, 9.1 c) ab 01.01.2013	Spätestens bis zum 31.12.2012 im Rahmen der Mitteilung des Reduzierungsplanes an die Behörde gemäß § 5 Abs. 7 Satz 2	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs sowie bei Anwendung eines Reduzierungsplans auch in der Regel als Grundlage für die Aufstellung und Prüfung seiner Plausibilität
	Zulässiger spätester Bilanzierungszeitraum spätestens vom 01.01.2013 – 31.12.2013 und danach zur Feststellung der Einhaltung der Anforderungen alle drei Jahre (siehe § 5 Abs. 6 letzter Satz)	Nachweis der Einhaltung des Reduzierungsplans nach § 5 Abs. 2, letzter Satz, sowie Ermittlung des Lösemittelverbrauchs
Wesentliche Änderung von Anlagen		
Wesentliche Änderung einer in Betrieb befindlichen Anlage	Erstmalig <ul style="list-style-type: none"> • vor Inbetriebnahme der wesentlich geänderten Anlage im Rahmen der Anzeige nach § 5 Abs. 2 Satz 4 • im Rahmen der Anzeige nach § 5 Abs. 2 Satz 3 	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs (Anhang V Nr. 2.1.1)
Ermittlung der Emissionen an VOC (Anhang III, 9.1 b)	Zulässiger spätester Bilanzierungszeitraum: 01.11.2007 – 31.10.2008 und danach jährlich	Ermittlung der Emissionen nach Anhang V (siehe Anhang III, Nr. 9.1 b)) sowie des Lösemittelverbrauchs
Anwendung eines Reduzierungsplanes gemäß nach Anhang IV (Anhang III, 9.1 c) ab 01.01.2013	Spätestens bis zum 31.12.2012 im Rahmen der Mitteilung des Reduzierungsplanes an die Behörde gemäß § 5 Abs. 7 Satz 2	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs sowie bei Anwendung eines Reduzierungsplans auch in der Regel als Grundlage für die Aufstellung und Prüfung seiner Plausibilität
	Zulässiger spätester Bilanzierungszeitraum spätestens vom 01.01.2013 – 31.12.2013 und danach zur Feststellung der Einhaltung der Anforderungen alle drei Jahre (siehe § 5 Abs. 6 letzter Satz)	Nachweis der Einhaltung des Reduzierungsplans nach § 5 Abs. 2, letzter Satz, sowie Ermittlung des Lösemittelverbrauchs

Altanlagen		
Im Rahmen der Anzeige nach § 5 Abs. 2 Satz 2 oder Satz 3	Erstmalig spätestens zum 25.08.2003 oder 6 Monate nach Überschreitung des Schwellenwertes	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs (Anhang V Nr. 2.1.1)
Ermittlung der Emissionen an VOC (Anhang III, 9.1 b)	Zulässiger spätester Bilanzierungszeitraum: 01.11.2007 – 31.10.2008 und danach jährlich	Ermittlung der Emissionen nach Anhang V (siehe Anhang III, Nr. 9.1 b)) sowie des Lösemittelverbrauchs
Anwendung eines Reduzierungsplanes gemäß nach Anhang IV (Anhang III, 9.1 c) ab 01.01.2013	Spätestens bis zum 31.12.2004 im Rahmen der Mitteilung des Reduzierungsplanes an die Behörde gemäß § 5 Abs. 7 Satz 2	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs sowie bei Anwendung eines Reduzierungsplans auch in der Regel als Grundlage für die Aufstellung und Prüfung seiner Plausibilität
	Zulässiger spätester Bilanzierungszeitraum spätestens vom 01.01.2013 – 31.12.2013 und danach zur Feststellung der Einhaltung der Anforderungen alle drei Jahre (siehe § 5 Abs. 6 letzter Satz)	Nachweis der Einhaltung des Reduzierungsplans nach § 5 Abs. 2, letzter Satz, sowie Ermittlung des Lösemittelverbrauchs

3 Zweifelsfragen

Hinweis

Die nachstehenden Zweifelsfragen entstammen auszugsweise dem Auslegungsfragenkatalogs des Ad-hoc-Arbeitskreises zur 31. BImSchV und wurden vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) in seiner 108. Sitzung vom 21. bis 22.09.2004 als Orientierungshilfe zur Anwendung empfohlen (im Internet auch unter

http://www.berlin.ihk24.de/BIHK24/BIHK24/produktmarken/innovation/anlagen/download/voc-21-09-04/VOC_LAI.pdf zugänglich).

31. BImSchV zu § 1 Abs. 1

Frage:

Was ist unter dem Anlagenbegriff der 31. BImSchV zu verstehen?

Antwort:

1. Ausgehend von der gesetzlichen Ermächtigungsgrundlage für die 31. BImSchV in den §§ 7 Abs. 1 bis 3 und 4, 23 Abs. 1, 48a Abs. 3 BImSchG ist bei der Bestimmung des Anwendungsbereichs und bei der Auslegung der 31. BImSchV der Anlagenbegriff des § 3 Abs. 5 BImSchG zugrunde zu legen. Die 31. BImSchV ist Teil des Rechts der genehmigungsbedürftigen und nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen und kein neues tätigkeitsbezogenes Rechtsgebiet. § 1 Abs. 2 und 3 der 4. BImSchV konkretisiert den Anlagenbegriff folglich auch für die 31. BImSchV.
2. Eine standortbezogene und/oder betriebsspezifische Betrachtung ist daher ausgeschlossen. Es darf nicht von der Tätigkeit auf die Anlage geschlossen werden.
3. Die Pflichten des Betreibers sind anlagenbezogen.

Sofern in einer Anlage eine bestimmte Tätigkeit nach Anhang II in mehreren Teilanlagen, Verfahrensschritten oder Nebeneinrichtungen ausgeführt wird, ist von der Summe der jeweiligen Teillösemittelverbräuche auszugehen (§ 1 Abs. 1 Satz 2). Der Anlagenbegriff des § 3 Abs. 5 BImSchG wird dadurch nicht verändert. Die Aussagen der 4. BImSchV zu Nebeneinrichtungen, Anlagenteilen und Verfahrensschritten in § 1 Abs. 2 sowie zur gemeinsamen Anlage in § 1 Abs. 3 sind als normative Erläuterungen des Anlagenbegriffs auch bei der Auslegung der 31. BImSchV heranzuziehen. Darüber hinaus müssen für die Anwendbarkeit der 31. BImSchV im Hinblick auf Teilanlagen, Verfahrensschritte oder Nebeneinrichtungen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

1. sie müssen sich auf demselben Betriebsgelände befinden,
2. sie müssen von demselben Betreiber betrieben werden,
3. in ihnen muss unter Verwendung organischer Lösemittel nach § 2 Nr. 25 die gleiche Tätigkeit nach Anhang II durchgeführt werden,
4. die Summe der Teillösemittelverbräuche muss den in Anhang I für den jeweiligen Anlagentyp festgelegten Schwellenwert überschreiten.

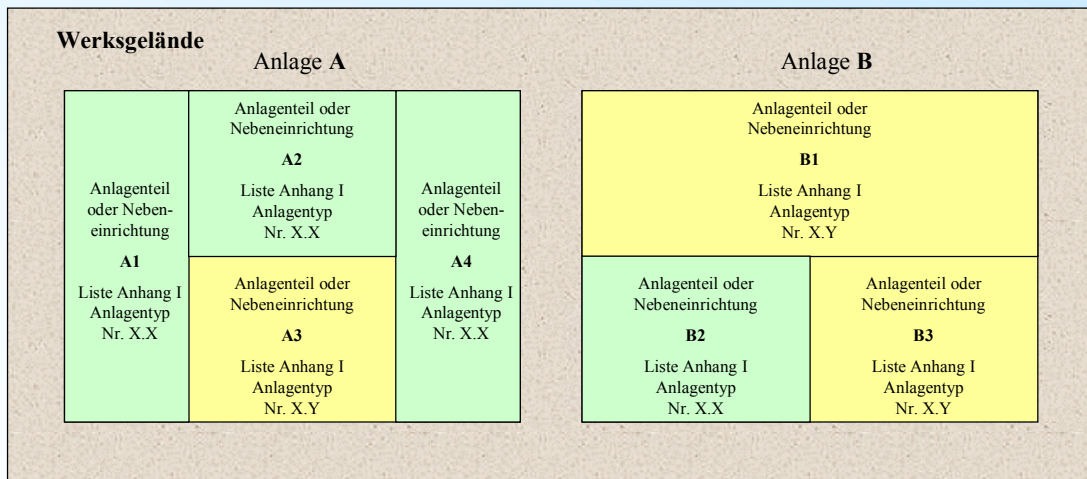
Hinweis:

Die Anlagenliste im Anhang der 4. BImSchV und Anhang I der 31. BImSchV sind nicht identisch. Im Anhang I der 31. BImSchV werden Anlagen in Bezug auf die in der EU-VOC-RL bzw. 31. BImSchV genannten Tätigkeiten definiert (siehe auch Übersicht der Tätigkeiten im Anhang II der 31. BImSchV). Die Aussage, dass bei genehmigungsbedürftigen Anlagen der Anlagenbegriff

der 4. BImSchV maßgeblich ist, bezieht sich auf die Berücksichtigung des Lösemittelverbrauchs, wenn z. B. an einem Standort (Werk) die selbe Tätigkeit in mehreren genehmigungsbedürftigen Anlagen durchgeführt wird (Addition der Lösemittelverbräuche). Nachstehende Übersicht veranschaulicht den Sachverhalt (Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Umweltschutz):



Ermittlung des Lösemittelverbrauchs für Anhang I der 31. BImSchV nach Anlagentyp und der zugeordneten Tätigkeit nach Anhang II



Der Lösemittelverbrauch zur Überprüfung des zutreffenden Schwellenwerts nach Anhang I der 31. BImSchV ist nach § 1 Abs. 1 Satz 2 für die Anlagen **A** und **B** getrennt wie folgt zu ermitteln:

- Anlage **A**: Liste Anhang I Anlagentyp Nr. X.X Anlagenteil oder Nebeneinrichtung **A1 + A2 + A4**
Liste Anhang I Anlagentyp Nr. X.Y Anlagenteil oder Nebeneinrichtung **A3**
- Anlage **B**: Liste Anhang I Anlagentyp Nr. X.X Anlagenteil oder Nebeneinrichtung **B2**
Liste Anhang I Anlagentyp Nr. X.Y Anlagenteil oder Nebeneinrichtung **B1 + B3**



Anlage **A** und **B** nach § 3 Abs. 5 BImSchG, können immissionsschutzrechtlich genehmigungs- oder nicht genehmigungsbedürftig sein.

Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

Als Ergebnis ist festzuhalten: Innerhalb einer genehmigungsbedürftigen Anlage sind die Lösemittelverbräuche für die selbe Tätigkeit zu summieren. Befinden sich jedoch am Standort z. B. zwei gesondert genehmigungsbedürftige Anlagen **A** und **B** zur Oberflächenbehandlung (keine gemeinsame Anlage zur Oberflächenbehandlung im Sinne des § 1 Abs. 3 der 4. BImSchV), in denen die Tätigkeit der Holzbeschichtung durchgeführt wird, so müssen gemäß des o.g. Schemas die Lösemittelverbräuche für diese Tätigkeit Holzbeschichtung nicht addiert werden, sondern sind einzeln für sich mit der maßgeblichen Lösemittelverbrauchsschwelle bezüglich der Anwendbarkeit der 31. BImSchV zu prüfen.

Ob der Anlagenbegriff der 4. BImSchV auch auf nicht genehmigungsbedürftige Anlagen übertragen werden kann, wird im Unterausschuss Recht des Länderausschusses für Immissionsschutz noch diskutiert.

31. BImSchV

Zu § 2 Nr. 11

Frage:

Fallen auch hochsiedende organische Lösemittel, die bei höheren Temperaturen eingesetzt werden, unter die 31. BImSchV?

Antwort:

Ja.

Auch hochsiedende organische Lösemittel (z.B. Weichmacheröle bei der Umwandlung von Kautschuk oder hochpastöse Druckfarben beim Heatset-Rollenoffsetdruck) können, wenn sie bei höheren Temperaturen verwendet werden, von der 31. BImSchV erfasst werden.

Gemäß § 2 Nr. 11 der 31. BImSchV ist eine flüchtige organische Verbindung definiert als eine Verbindung, die bei 293,15 Kelvin (20 °C) einen Dampfdruck von 0,01 Kilopascal oder mehr hat (0,1 mbar) oder unter den jeweiligen Verwendungsbedingungen eine entsprechende Flüchtigkeit aufweist.

Wichtig ist die Flüchtigkeit, d. h. der Dampfdruck der organischen Lösemittel bei der Einsatz- bzw. Betriebstemperatur

Beispiel:

Ein organisches Lösemittel, bei dem der Dampfdruck bei 293,15 Kelvin (20 °C) Verwendungstemperatur unter 0,01 Kilopascal (0,1 mbar) liegt, ist keine flüchtige organische Verbindung im Sinne der 31. BImSchV.

Im Gegensatz dazu ist ein organisches Lösemittel, das bei 293,15 Kelvin (20 °C) einen Dampfdruck unter 0,01 Kilopascal (0,1 mbar) hat und z. B. bei 493,15 Kelvin (220 °C) Verwendungstemperatur einen Dampfdruck über 0,01 Kilopascal (0,1 mbar) besitzt, eine flüchtige organische Verbindung im Sinne der 31. BImSchV.

Zu § 2 Nrn. 6 und 12

Eine von der 31. BImSchV erfasste Anlage steht in einem Raum. Die Raumluft wird durch eine Lüftungstechnische Anlage abgesaugt.

Frage:

Zählen die mit der Abluft aus einer Raumluftabsaugung freigesetzten Emissionen zu den diffusen Emissionen oder zu den in gefassten Abgasen enthaltenen Emissionen?

Antwort:

Wenn die Emissionen einer Anlage in die Raumluft gelangen und diese Raumluft (Hallenabluft) ins Freie abgeleitet wird, handelt es sich bei diesen Emissionen um diffuse Emissionen im Sinne des § 2 Nr. 6 („alle nicht in gefassten Abgasen einer Anlage enthaltenen Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen einschließlich der Emissionen, die durch Fenster, Türen, Entlüftungsschächte und ähnliche Öffnungen in die Umwelt gelangen ...“).

zu § 2 Nr. 5 i.V.m. Anhang IV

Zur Reduzierung des Einsatzes organischer Lösemittel werden auch Technologien eingesetzt, die „lösemittelfreie Beschichtungsstoffe“ (z. B. Pulverlacke, UV-Lacke, Folien) verwenden.

Frage:

Werden auch „lösemittelfreie Beschichtungsstoffe“ als Beschichtungsstoffe gemäß §2 Nr. 5 angesehen und kann somit der Einsatz derartiger Stoffe auch bei der Ermittlung der Zielemission des Anhangs IV berücksichtigt werden?

Antwort:

Ja.

Beschichtungsstoffe sind alle Zubereitungen, die dazu verwendet werden, auf einer Oberfläche eine spezifische funktionale Wirkung zu erzielen.

Die Begriffsbestimmung des § 2 Nr. 5 besagt nur, dass im Fall des Vorhandenseins von Lösemitteln oder Zubereitungen, denen verwendungsbedingt Lösemittel hinzugesetzt werden müssen, diese ebenfalls zu den Beschichtungsstoffen gehören. Damit soll eindeutig klargestellt werden, dass als Beschichtungsstoffe nicht nur diejenigen Bestandteile zählen, die auf der Oberfläche eines zu beschichtenden Materials verbleiben.

zu § 2 Nr. 8

Lacke werden von den Herstellern üblicherweise in Produktserien / Produktgruppen unterteilt (Medium-Solids-Einschicht-Uni-Decklack, High-Solids-Einschicht-Uni-Decklack, Medium-Solids-Basislack für Metallic-Lackierung usw.), welche sich innerhalb der Produktserien/ Produktgruppen in ihrer Zusammensetzung noch einmal geringfügig unterscheiden, je nachdem, welcher Farbton gewählt wird (rot, gelb, blau, schwarz).

Frage:

Ist bei der Ermittlung der eingesetzten Lösemittel von einem Mittelwert des Lösemittelgehaltes der Lacke oder vom ungünstigsten (höchsten) Lösemittelgehalt auszugehen oder ist jeder Farbton innerhalb einer Serie einzeln zu betrachten?

Antwort:

Alle lösemittelhaltigen Stoffe, die eingesetzt werden, sind getrennt zu betrachten und nach Menge und Lösemittelgehalt getrennt aufzulisten und dann erst zu addieren. Eine Mittelwertbildung ist nicht zulässig.

Hinweis:

Die Zugrundelegung des ungünstigsten Lösemittelgehaltes kann aus Vereinfachungsgründen im Einvernehmen mit dem Betreiber vorgenommen werden.

zu § 2 Nr. 25

Frage:

Werden Reaktivverdünner vom Begriff "organisches Lösemittel" erfasst?

Antwort:

Der Anteil des Reaktivverdünners, der sich chemisch verändert (z. B. aushärtet), bleibt bei der Bestimmung des Lösemittelverbrauchs unberücksichtigt; der Anteil jedoch, der als "Lösemittel" dient, ist beim Lösemittelverbrauch zu berücksichtigen.

zu § 5 Abs. 6 Satz 2

Der Betreiber einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage hat die Einhaltung der maßgeblichen Anforderungen nach § 5 Abs. 6 mindestens einmal jährlich durch eine Lösemittelbilanz feststellen zu lassen. Zur Ermittlung der Ein- und Austragsmengen kann auf verbindliche Angaben der Hersteller zum Lösemittelgehalt der Einsatzstoffe oder auf andere gleichwertige Informationsquellen zurückgegriffen werden.

Frage:

Was ist in diesem Zusammenhang unter „verbindlich“ zu verstehen?

Antwort:

Eine schriftliche Bestätigung des Lieferanten oder Herstellers gegenüber dem Betreiber kann als verbindliche Erklärung angesehen werden. Ein aktuelles Sicherheitsdatenblatt kann eine gleichwertige Informationsquelle sein. Falls vorhanden kann auch auf von Verbänden oder zentralen Einrichtungen erarbeitete und veröffentlichte Produktübersichten zugegriffen werden, sofern diese auf Aussagen der Hersteller beruhen.

zu Anhang IV Abschnitt B Nr. 2

Frage:

Soll zur Ermittlung der Bezugsemission der Anteil flüchtiger organischer Verbindungen in Pulverlacken berücksichtigt werden? Oder soll die eingesetzte Menge an Pulverlack als 100 % Feststoff gelten?

Antwort:

In Pulverlacken können zu einem geringen Anteil flüchtiger organische Verbindungen (Weichmacher etc.) ggf. bis zu 3 % enthalten sein. Der tatsächliche Anteil ist bei der Bilanzierung im Rahmen des Anhang IV B in Verbindung mit Anhang V zu berücksichtigen.

zu Anhang IV Abschnitt B Nr. 2Frage:

Es werden neben lösemittelhaltigen bereits -freie Beschichtungsstoffe eingesetzt. Geht die Gesamtmasse der Feststoffe der jährlich eingesetzten Beschichtungsstoffe in den Reduzierungsplan ein, wie in Anhang IV, Abschnitt B Nr. 1.2 geschrieben, oder nur die Feststoffe, die in lösemittelhaltigen Beschichtungsstoffen enthalten sind?

Antwort:

Die Gesamtmasse der Feststoffe aller jährlich eingesetzten Beschichtungsstoffe, auch die von Pulverlacken, wird zur Berechnung herangezogen.

zu Anhang IV Abschnitt B oder CFrage:

Kann der Betreiber einer Beschichtungsanlage, der den Reduzierungsplan im Sinne des § 4 Satz 2 i.V.m. Anhang IV Abschnitt B gewählt hat, bei der Nachweisführung der eingehaltenen Zielemission zwischen der Lösemittelbilanz und dem Vereinfachten Nachweis nach Abschnitt C wechseln ?

Antwort:

Ja.

Soweit der Vereinfachte Nachweis nach Anhang IV Abschnitt C zulässig ist und die entsprechenden lösemittelarmen Einsatzstoffe eingesetzt werden.

Zu Anhang V AllgemeinFrage:

Wie sind die zu Reinigungszwecken eingesetzten Spraydosen mit dem Inhalt flüchtiger organischer Verbindungen bei der Lösemittelbilanz zu berücksichtigen, wenn sie im Prozess eingesetzt werden?

Antwort:

Nach Anhang II Nr. 0.1 sind die Reinigung der Geräte und Aggregate sowie die Wartung oder Instandhaltung grundsätzlich der jeweiligen Tätigkeit zuzurechnen. Das hat zur Folge, dass alle diesbezüglich eingesetzten organischen Lösemittel nach § 2 Nr. 25 in die Lösemittelbilanz eingehen.

Im Einzelfall kann wegen geringer Häufigkeit, Umweltrelevanz oder Umfang der Reinigungsarbeiten mit dem Ziel einer Vereinfachung der Lösemittelbilanz in Abstimmung mit der zuständigen Behörde anders verfahren werden.

Hinweis:

Treibgase in Spraydosen sind keine organischen Lösemittel im Sinn der 31.BImSchV.

Zu Anhang V Nr. 1.2; O8 in Verbindung mit Nr. 2.1.1

In einer Lackieranlage werden Applikationsgeräte in einer geschlossenen Reinigungsanlage gereinigt, gegenüber der offenen Reinigung werden dadurch Lösemittlemissionen stark vermindert und gleichzeitig der Lösemittelbedarf für die Reinigung gesenkt. Die Reinigungslösemittel werden, wenn sie verunreinigt sind, in einer betriebsinternen Anlage regeneriert und wieder zur Reinigung eingesetzt.

Frage:

Können die Lösemittelströme als O8 identifiziert und von den eingesetzten Lösemitteln abgezogen werden?

Antwort:

Nein.

Es handelt sich um innerhalb der Anlage/Tätigkeit zurückgewonnene Lösemittel, die im Kreislauf geführt werden und deshalb nicht als O8 im Sinne des Anhangs V Nr. 1.2 zu werten sind.

Die betriebsinterne Lösemittelaufbereitung steht in einem direkten technischen Zusammenhang mit der Reinigung der Lackiergeräte. Diese Reinigung gehört gemäß Anhang II 0.1 zur Tätigkeit des Beschichtens. Damit ist die Lösemittelaufbereitung Bestandteil der Beschichtungsanlage und die zurückgewonnenen Lösemittel sind gemäß Nr. 1.2 des Anhangs V als Input I2 zu bilanzieren.

Damit werden sie bei der Bestimmung des Lösemittelverbrauchs gemäß Anhang V Nr. 2.1.1 außer Betracht gelassen.

Literatur

- [1] C. Böttcher-Tiedemann, Nationale Umsetzung der EU-Lösemittelrichtlinie, Umwelt, Bd. 30, Nr. 4/5, 16 (2000).
- [2] D. Jepsen, Die Umsetzung der EG Lösemittel-Richtlinie als Herausforderung und Chance für kleine und mittlere Unternehmen, www.oekopol.de
- [3] Lösemittel-Reduzierung bei der Möbelfertigung, Deutsches Lackinstitut, Dokumente zu Lacken und Farben 5, Frankfurt, 1998.
- [4] Wasserlack-Broschüre, Landesverband Holz + Kunststoff Baden-Württemberg, Stuttgart, www.schreiner-bw.de
- [5] W. Hansemann, M. Baums, Holz lösemittelarm lackieren – Praxis-Ratgeber zur Umsetzung der europäischen VOC-Richtlinie in der Holz- und Möbelindustrie, Hauptverband der Deutschen Holz und Kunststoffe verarbeitenden Industrie und verwandter Industriezweige e.V
- [6] Technische Richtlinie für Fahrzeugreparatur-Lackierungen, CEPE 1999.
- [7] Lösemittel-Reduzierung im Maler- und Lackierhandwerk, Deutsches Lackinstitut, Dokumente zu Lacken und Farben 7, Frankfurt 1999.
- [13] Umwelt, 6/2001, S. 402.
- [18] O. Rentz, N.-H. Peters, S. Nunge, J. Geldermann, Beste Verfügbare Techniken (BVT) im Bereich der Lack- und Klebstoffverarbeitung in Deutschland, Fortschritt-Bericht VDI, Reihe 16, Nr. 158, VDI Verlag 2003 (www.voc-infoex.uni-karlsruhe.de/index.htm); <http://www.bvt.umweltbundesamt.de/surface.htm>).
- [19] besser lackieren, Vincentz Verlag: <http://www.lackiernetz.de>
- [20] Hesse Signal, lacktuell – Akzente in Sachen Oberflächen; Nr. 26/III 2001 und Nr. 27/IV 2001, "Aus der Praxis – für die Praxis: Die deutsche VOC-Verordnung", Teil 1 und 2.

- [21] Process Guidance Note NIPG 6/33 (Version 2), "Wood Coating", Department of Environment, Northern Ireland, <http://www.doeni.gov.uk>
- [22] European Commission, Reference Document on Best Available Techniques on Surface Treatment using Organic Solvents, Draft May 2004, <http://eippcb.jrc.es>
- [23] Richtlinie VDI 3462, Blatt 3, Verein Deutscher Ingenieure, VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 3, Oktober 1996
- [24] CANTOX Environmental Inc., VOC Emission Reduction in the Wood Furniture Manufacturing Sector: Final Report and Recommended CCME Standards, October 22, 2002, http://www.cawp.ubc.ca/cawp/Resources/tools/Wood_Fin_Standards.pdf

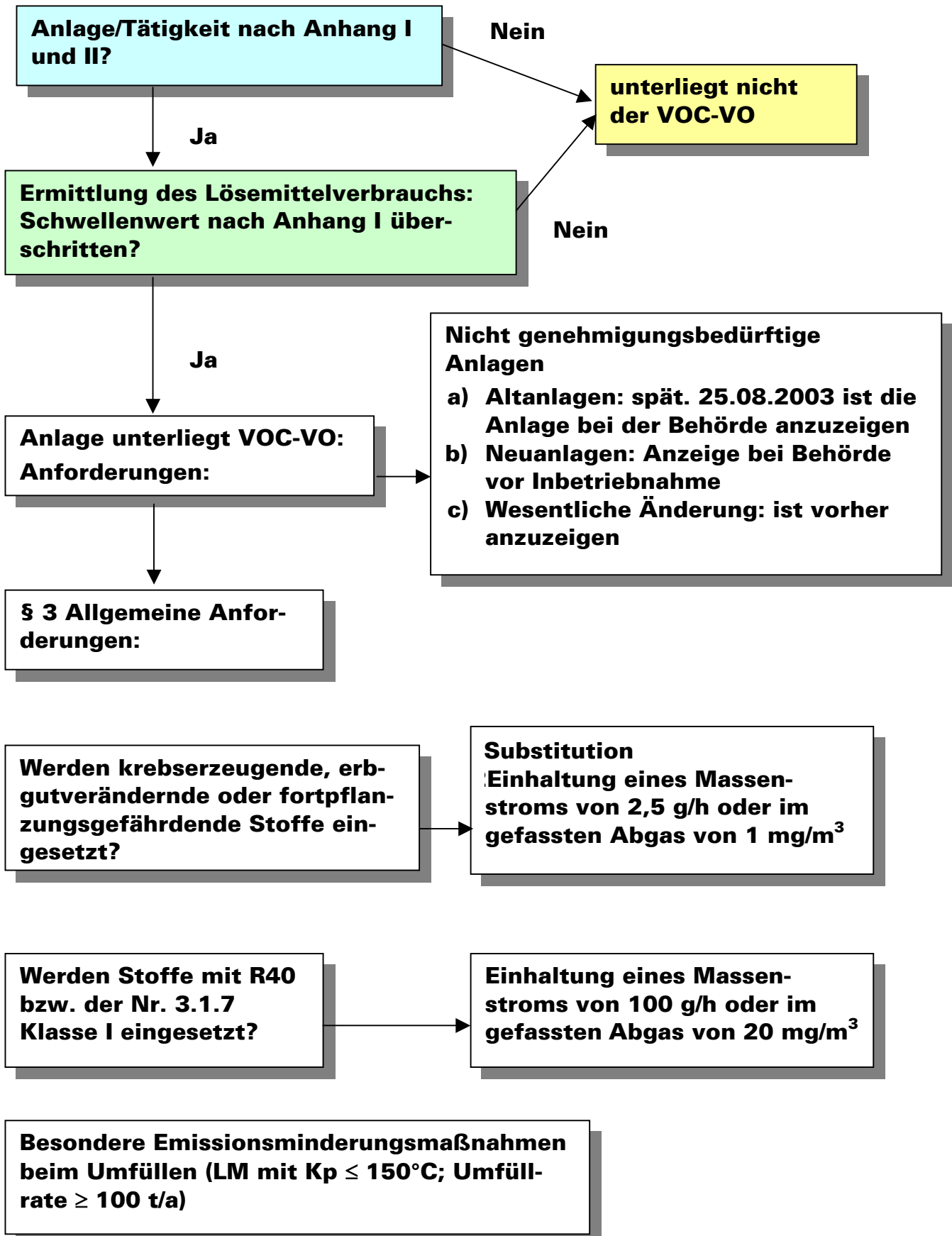
Projekte/Links

- [8] Lösemittelbilanz und Reduzierungsplan für kleine und mittlere Unternehmen der Kfz-Reparaturlackierung, Projektträger: Ministerium für Umwelt und Verkehr, Baden-Württemberg, Projektnehmer: Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung (DFIU), Universität Karlsruhe
- [9] Minderung der Emissionen an leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen (VOC) in Schreinereien, Projektträger: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Projektnehmer: Umweltzentrum für Handwerk und Mittelstand e.V., Freiburg, Projektbericht unter www.uvm.baden-wuerttemberg.de
- [10] Die Lösemittelverordnung – Einführung und Vorschläge zur Umsetzung in der Praxis, Ute Hackmack, Birgit Mahrwald, Umweltbundesamt, Forschungsbericht 500 44 301
- [11] Entwicklung eines praxisorientierten Leitfadens zum verbesserten Einsatz von Wasserbasislacken in kleinen und mittleren Unternehmen der Kfz-Reparaturlackierung, Projektträger: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Projektnehmer: Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung, Projektbericht unter www.uvm.baden-wuerttemberg.de
- [12] Ermittlung des Standes der Technik und der Emissionsminderungspotenziale zur Senkung der VOC-Emissionen aus Druckereien, Projektträger: Umweltbundesamt, Projektnehmer: Ökopool, Projektbericht unter www.oekopol.de/Druck/Refdruck.html
- [14] Stand der Technik und Potentiale zur Senkung der VOC-Emissionen aus Anlagen zur Reinigung von Oberflächen, Dr. Winfried Schwarz, Dr. Andre Leisewitz, Büro für Umweltforschung und -beratung GmbH, Frankfurt/Main, im Auftrag des Umweltbundesamtes, 1999.
- [15] Datenbank „Clean Tool“; <http://www.cleantool.org/>; Kooperationsstelle Hamburg, im Auftrag der EU-Kommission
- [16] Praxisleitfaden Lösemittelverordnung: www.charlottenburg-wilmersdorf.de/umweltamt/loesmittel.htm
- [17] Optimierung Wissenstransfer: Lösemittel in Ostwestfalen-Lippe: www.owlquadrat.de
- [25] Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS): http://www.pius-info.de/pius_info_pool/index.html

Anlagen

1. Übersicht zu den Anforderungen der VOC-Verordnung
2. Von der VOC-Verordnung erfasste Anlagen
3. Übersicht wichtiger Fristen nach der VOC-Verordnung
4. Lösemittelbilanz: Übersicht der zu erfassenden Input/Outputströme

1. Übersicht zu den Anforderungen der VOC-Verordnung



§ 4 Spezielle Anforderungen:

- **Einhaltung von Emissionsbegrenzungen nach Anhang III oder**
- **Reduzierungsplan nach Anhang IV**

§ 7 Einhaltung der Ableitbedingungen:

- a) nicht genehmigungsbedürftig: in freie Luftströmung**
- b) genehmigungsbedürftig: nach TA Luft**

Messungen und Überwachung:

Jährliche Lösemittelbilanz nach Anhang V zum Nachweis über die Einhaltung der Emissionsbegrenzungen bzw. des Reduzierungsplans

Emissionsmessungen:

- **nicht genehmigungsbedürftige Anlagen:**
Nicht relevant bei Holzbeschichtungsanlagen Nr. 9.1 – Anwendung eines Reduzierungsplans nach Nr. 9.1 c im Anhang III vorgeschrieben; Emissionsgrenzwerte nicht festgelegt
- **genehmigungsbedürftige Anlagen:**
nach TA Luft

2. Von der VOC-Verordnung erfasste Anlagen

Nr.	Anlage nach Anhang I der Verordnung	Lösemittelverbrauchsschwelle [t/a]
1.1	Heatset-Rollenoffset-Druckverfahren	15
1.2	Illustrationstiefdruckverfahren	25
1.3	Sonstige Drucktätigkeiten	15
2.1	Oberflächenreinigung	1
3.1	Textilreinigung	0
4.1	Kfz-Serienbeschichtung	0
4.2	Fahrerhäuser-Serienbeschichtung	0
4.3	Beschichten von Nutzfahrzeugen	0
4.4	Beschichten von Bussen	0
4.5	Beschichten von Schienenfahrzeugen	5
5.1	Fahrzeugreparaturlackierung	0
6.1	Beschichten von Bandblech	10
7.1	Beschichtung von Wickeldraht mit phenol-, kresol- oder xylenehaltigen Beschichtungsstoffen	0
7.2	Sonstige Wickeldrahtbeschichtung	5
8.1	Sonstige Metall- oder Kunststoffbeschichtung	5
9.	Beschichten von Holz oder Holzwerkstoffen	5
9.1	Beschichten von Holz oder Holzwerkstoffen	> 5 - 15
9.2	Beschichten von Holz oder Holzwerkstoffen	> 15
10.	Beschichten von Textil-, Gewebe-, Folien- oder Papieroberflächen	5
11.1	Beschichten von Leder	10
12.	Holzimprägnierung	10/0
13.1	Laminierung von Holz oder Kunststoffen	5
14.1	Klebebeschichtung	5
15.1	Schuhherstellung	5
16.	Herstellung von Anstrich- oder Beschichtungsstoffen, Herstellung von Bautenschutz- oder Holzschutzmitteln, Klebstoffen oder Druckfarben	100
17.1	Umwandlung von Kautschuk	10
18.	Extraktion von Pflanzenöl, tierischem Fett, Raffination von Pflanzenöl	10
19.1	Herstellung von Arzneimitteln	50

3. Übersicht wichtiger Fristen nach der VOC-Verordnung

Anforderungen	Neuanlage / Wesentlich geänderte Anlagen	Altanlage
§ 5 Abs. 2 Anzeigepflicht nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen	Rechtzeitig vor Inbetriebnahme	Bis 25.08.2003
§ 3 Allg. Anforderungen § 4 Spezielle Anforderungen § 7 Abs. 1 (Ableitbedingungen)	Ab Inbetriebnahme	Bis 31.10.2007
Holzbeschichtungsanlagen Nr. 9.1: § 5 Abs. 4 erstmalige und wiederkehrende Emissionsmessungen bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen	Bei Holzbeschichtungsanlagen Nr. 9.1 nicht relevant; Anwendung eines Reduzierungsplans nach Anhang III 9.1 c) vorgeschrieben	
Holzbeschichtungsanlagen Nr. 9.2: § 6 Messung und Überwachung der Emissionen bei genehmigungsbedürftigen Anlagen: Erstmalige und wiederkehrende diskontinuierliche Emissionsmessungen	Nach TA Luft 2002: <u>Erstmalig:</u> Frühestens nach dreimonatigem Betrieb und spätestens 6 Monate nach Inbetriebnahme <u>Wiederkehrend:</u> Alle drei Jahre	Wiederkehrend alle drei Jahre
Holzbeschichtungsanlagen Nr. 9.1: § 5 Abs. 5 Satz 1 (kontinuierliche Messung)	Bei Holzbeschichtungsanlagen Nr. 9.1 nicht relevant; Anwendung eines Reduzierungsplans nach Anhang III 9.1 c) vorgeschrieben	
Holzbeschichtungsanlagen Nr. 9.2: § 5 Abs. 5 Satz 1 (kontinuierliche Messung) i.V. mit § 6 Satz 2	Ab Inbetriebnahme	Bis 31.10.2007
Holzbeschichtungsanlagen Nr. 9.2: § 5 Abs. 7 Reduzierungsplan i.V. mit § 6 Satz 2	Vorlage rechtzeitig vor Inbetriebnahme	Mitteilung bis spät. 31.10.2004
Holzbeschichtungsanlagen Nr. 9.1: § 5 Abs. 7 Reduzierungsplan	<u>Bis 31.12.2012:</u> In Analogie zum Abschnitt C des Anhangs IV: Vorlage spätestens 31.12.2012 <u>Ab 01.01.2013:</u> Vorlage im Rahmen des Registrierungsverfahrens Durchführung spätestens ab 01.01.2013	
Holzbeschichtungsanlagen Nr. 9.1: § 5 Abs. 6 i.V. mit Anhang III Nr. 9.1b, Lösemittelbilanz	Details siehe Tabelle Kap. 2.6: Ab 01.11.2007 jährlich (spät. Zeitraum: 01.11.2007 – 31.10.2008) (entfällt bei Anwendung eines Vereinfachten Nachweises nach Anhang IV Abschnitt C)	
Holzbeschichtungsanlagen Nr. 9.2: § 5 Abs. 6, § 6 Satz 2 Lösemittelbilanz	Details siehe Tabelle Kap. 2.6: Mindestens jährliche Erstellung einer Lösemittelbilanz	

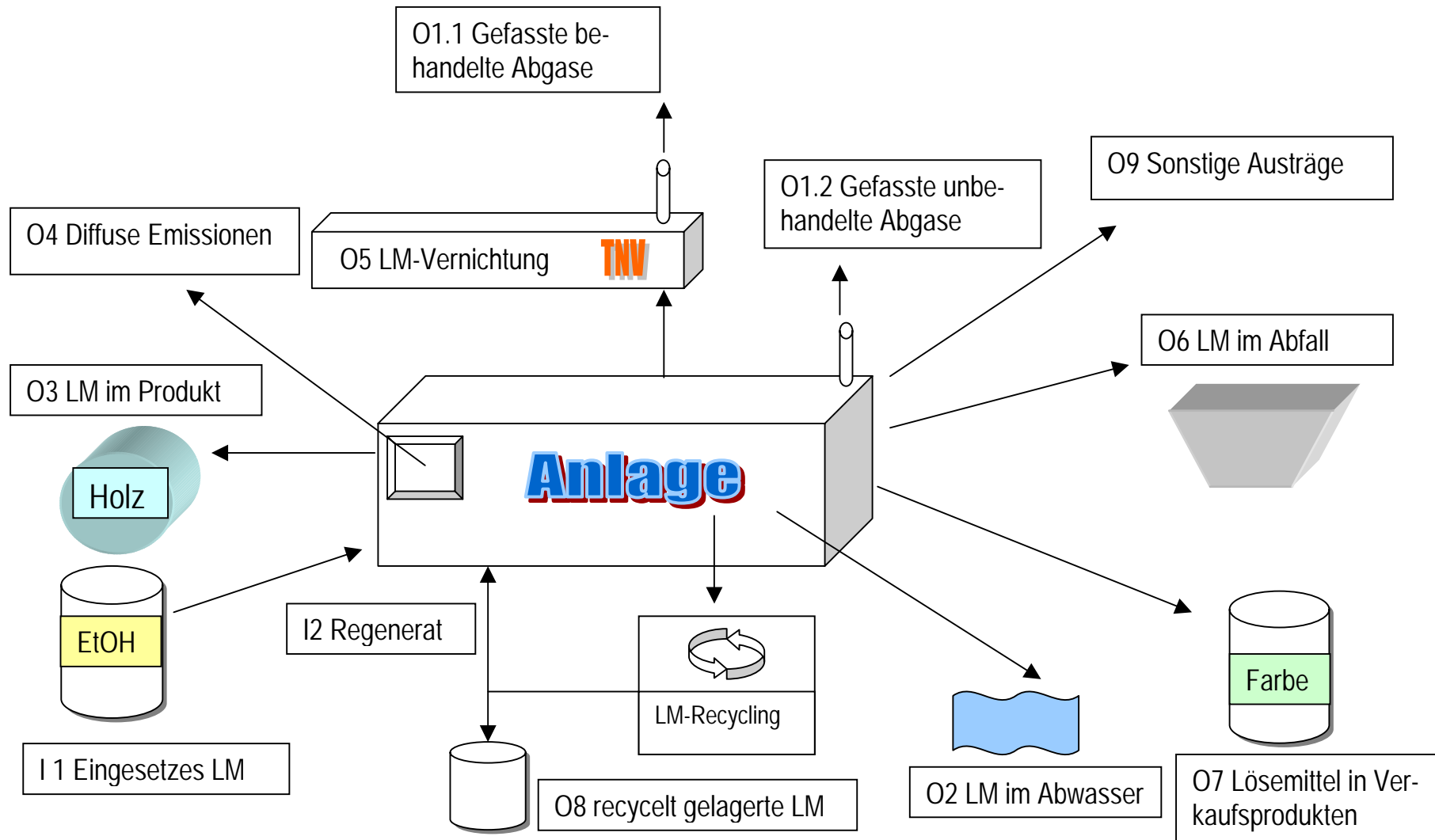
Wesentliche Änderung von Anlagen gemäß § 2 Nr. 28:

- a) bei genehmigungsbedürftigen Anlagen eine Änderung im Sinne von § 16 Abs. 1 des BImSchG;
- b) bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen
 - aa) eine Änderung, die nach der Beurteilung durch die zuständige Behörde erhebliche negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder auf die Umwelt haben kann.
 - bb) eine Änderung der Nennkapazität, die bei Anlagen der Nummern 1.1, 1.3, **9.2 (hier Holzbeschichtung mit Lösemittelverbrauch > 15 t/a)** oder 11.1 des Anhangs I mit einem Lösemittelverbrauch von 25 t/a oder weniger, zu einer Erhöhung der Emissionen an flüchtigen organischen Verbindungen um mehr als 25 % führt, oder
 - cc) eine Änderung der Nennkapazität, die bei anderen als den im Doppelbuchstabe bb genannten nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen (hier bei der Holzbeschichtung: Nr. 9.1 (Lösemittelverbrauch > 5 – 15 t/a)) zu einer Erhöhung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen um mehr als 10 % führt.

Nennkapazität nach Nr. 21 des § 2 der 31. BImSchV:

Maximale Masse der in einer Anlage eingesetzten organischen Lösemittel, gemittelt über einen Tag, sofern die Anlage unter Bedingungen der Normalbetriebes entsprechend ihrer Auslegung betrieben wird.

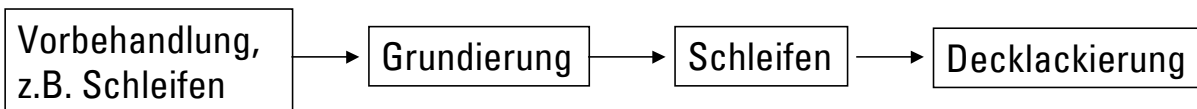
4. Lösemittelbilanz: Übersicht der zu erfassenden Input/Outputströme [nach Umweltbundesamt; [10]



Holzbeschichtung: Fallbeispiel

Ausgangslage:

- Ein Betreiber
- Eine Produktionshalle: Herstellung von Holzteilen + Beschichtung der Holzteile durch Spritzapplikation:
 - Jährlicher Lösemittelverbrauch: 24.407 kg



Holzbeschichtung: Fallbeispiel

Anforderungen nach der 31. BImSchV:

1. Schritt:

Handelt es sich um eine immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlage?



Ja, Lösungsmittelverbrauch > 15 t/a
-> Nr. 5.1 Spalte 2 des Anhangs der 4. BImSchV:

Holzbeschichtung: Fallbeispiel

2. Schritt: Werden in der Anlage Tätigkeiten nach dem Anhang II der VOC-Verordnung durchgeführt?

↔

Ja.
Nr. 9 des Anhangs II:
Holzbeschichtung

↓

3. Schritt: Unterliegt die Tätigkeit der 31. BImSchV aufgrund des Lösemittelverbrauchs?

↔

Ja; Lösemittelverbrauch >> Schwellenwert von 5 t/a
-> Anlage Nr. 9.2 des Anhangs I

Hinweise:

- Die Reinigung von Geräten zählt nicht zur Nr. 2, sondern zur jeweiligen Tätigkeit, hier Nr. 9.2

© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /21.06.2005

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz

3

Holzbeschichtung: Fallbeispiel

Werden kritische Stoffe wie CMR-Stoffe, Stoffe mit R40, Stoffe der Nr. 5.2.5 Klasse I eingesetzt?

→

Hier: Nein;
ansonsten Einhaltung § 3 (2)

Alternative 1:
Einhaltung der Emissionsgrenzwerte nach Anhang III Nr. 9.2

↔

Alternative 2:
Einhaltung eines Reduzierungsplans nach Anhang IV?

© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /21.06.2005

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz

4

Holzbeschichtung: Fallbeispiel

Anforderungen nach Anhang III Nr. 9.2 der 31. BImSchV:

Schwellenwert [t/a]	Emissionsgrenzwert für Abgase [mg C/m ³]	Grenzwert diffuse Emissionen [% eingesetztes Lösemittel]	Bemerkungen
> 15 - 25	100 (1)	25 (3)	3) VOC in gefassten unbehandelten Abgasen = diffuse Emissionen
> 25	50 (1); 20 (2)	20 (3)	

- 1) Für Beschichten und Trocknen
- 2) Bei Anwendung thermischer Abgasverbrennungseinrichtungen

Fristen:

- a) Neuanlagen/Wesentlich geänderte Anlagen: Ab Inbetriebnahme
- b) Altanlagen: Einhaltung bis spät. 31.10.2007



Holzbeschichtung: Fallbeispiel

Holzbeschichtungsanlagen mit LMV > 5 –15 t/a: Anforderungen nach Anhang III Nr. 9.1 der 31. BImSchV:

- Verminderung der VOC-Emissionen durch die Verwendung lösemittelarmer Einsatzstoffe nach dem Stand der Technik (gilt bis 31.12.2012 nicht für Altanlagen)
- **Ab 01.11.2007:** Ermittlung der VOC-Emissionen mindestens jährlich durch Lösemittelbilanz nach Anhang V
- **Ab 01.01.2013:** Anwendung eines Reduzierungsplans nach Anhang IV



Holzbeschichtung: Fallbeispiel

§ 7 Einhaltung der Ableitbedingungen:

- a) Nicht genehmigungsbedürftig: In freie Luftströmung (nach VDI 2280 E)
 b) Genehmigungsbedürftig: Nach TA Luft

§ 3 Allgemeine Anforderungen:

Besondere Emissionsminderungsmaßnahmen beim Umfüllen (LM mit Siedepunkt ≤ 150 °C; Umfüllrate ≥ 100 t/a

Hinweis:

Bei genehmigungsbedürftigen Anlagen: Anwendung von Nr. 5.2.6 der TA Luft als Stand der Technik bezüglich dem Verarbeiten, Fördern, Umfüllen oder Lagern flüssiger organischer Stoffe



Holzbeschichtung: Fallbeispiel

§ 5 Abs. 4: Messung und Überwachung

Jährliche Lösemittelbilanz nach Anhang V zum Nachweis über die Einhaltung der Emissionsbegrenzungen bzw. des Reduzierungsplanes

§ 5 (3) – (5), § 6 Satz 2; Emissionsmessungen:

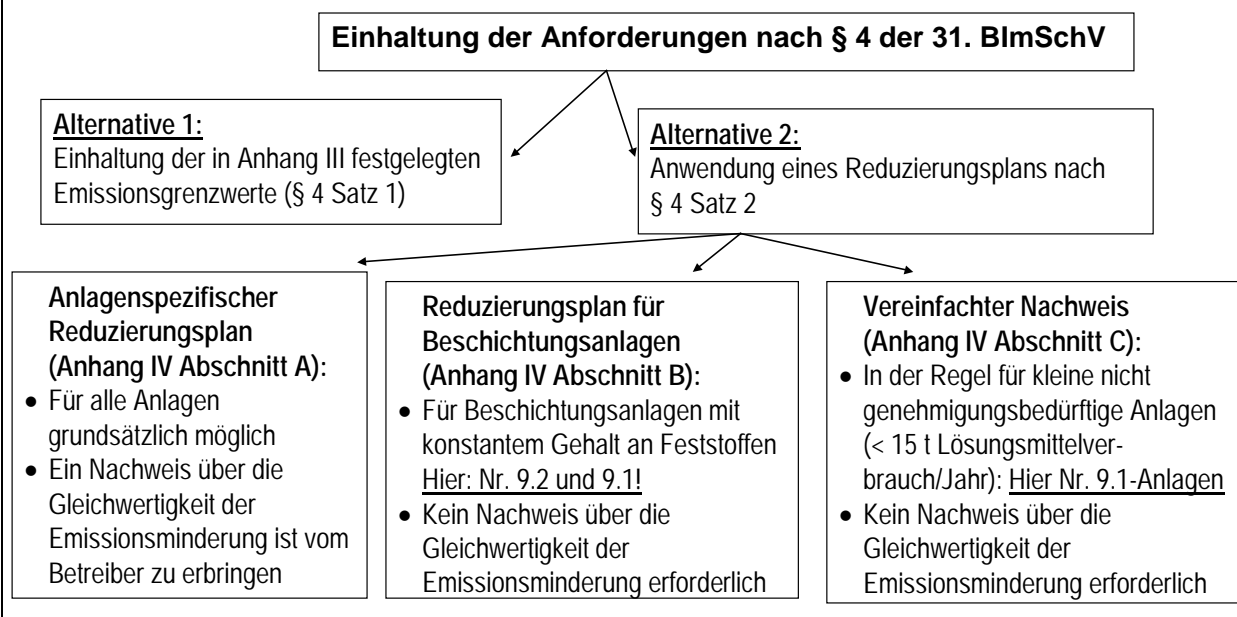
a) Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen § 5 (3) – (5):

Bei Holzbeschichtungsanlagen Nr. 9.1 nicht relevant;
 im Anhang III keine Emissionsgrenzwerte festgelegt;
 -> Anwendung eines Reduzierungsplans nach Anhang IV obligatorisch

b) Genehmigungsbedürftige Anlagen: nach TA Luft



Reduzierungspläne: Übersicht



Reduzierungspläne: Allgemeines

Motivation zur Anwendung eines Reduzierungsplans: „Gefasste ungereinigte“ Abgase als diffuse Emissionen bei verschiedenen Tätigkeiten

Unterscheidung innerhalb 01 = gefasste Abgase in

01.1 = gefasste gereinigte Abgase

01.2 = gefasste ungereinigte Abgase

Bei bestimmten Anlagen:

Gefasste ungereinigte Abgase zählen zu den diffusen Emissionen

-> Problematik der „Verdünnung“ mit Falschluff entfällt

-> Zahlreiche Anlagentypen ohne Abgasreinigung werden Reduzierungsplan anwenden = Einhaltung der 31. BImSchV mit Primärmaßnahmen



Reduzierungspläne: Grundsätzliches

Reduzierungsplan = Anhang IV der 31. BImSchV

- Anrechnung von Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen flüchtiger organischer Stoffe vor Inkrafttreten der 31. BImSchV in einem Reduzierungsplan nicht möglich!
- **Bei Beschichtungsanlagen:** -> Der Reduzierungsplan für Beschichtungsanlagen ist die konkretere Vorschrift und einem anlagenspezifischen Reduzierungsplan vorzuziehen!
- Für einen anlagenspezifischen Reduzierungsplan kommen vorrangig die nicht in Anhang IV B genannten Tätigkeiten in Frage



Reduzierungspläne: Abschnitt A

Beliebiger Reduzierungsplan (alle Anlagen) = Abschnitt A

Nachweis vom Betreiber erforderlich, dass Emissionsminderung **mindestens in gleicher Höhe** wie bei Einhaltung der Emissionsgrenzwerte nach Anhang III erreicht wird

Mögliche Anwendung eines anlagenspezifischen Reduzierungsplans:

Z.B. wenn eine Kompensation der Emissionsfrachten aus den gefassten Abgasen und diffusen Emissionen möglich ist:

Mehremission aus der einen Emissionsart wird durch die Minderemission der anderen Emissionsart ausgeglichen

-> Einhaltung der Anforderungen nach Anhang III in der Summe



Reduzierungspläne: Abschnitt B

Reduzierungsplan für Beschichtungsanlagen nach Abschnitt B:

Ziel: Emissionsminderung durch Primärmaßnahmen ohne Abgasreinigung!

- Reduzierung der Gesamtemissionen einer Anlage durch Verringerung des durchschnittlichen Gehaltes der Lösemittel und/oder Erhöhung des Wirkungsgrades der Feststoffe
- Ein Nachweis zur Gleichwertigkeit ist nicht erforderlich; die berechnete Zielemission muss eingehalten werden!
- Bestimmung der Gesamtmasse der Feststoffe in der jährlich verbrauchten Menge an Beschichtungsstoff/Lack



Reduzierungspläne: Abschnitt B

- Berechnung der jährlichen Bezugsemission =
Feststoffgesamtmasse * Multiplikationsfaktor (= Tabelle unter Nr. 2 des Abschnitt B)
- Berechnung der Zielemission = Bezugsemission * Prozentsatz (abhängig von Anlagenart, aus Tabelle unter Nr. 2 des Abschnitt B)
- Der Reduzierungsplan ist eingehalten, wenn die tatsächliche Gesamtemission nach Lösemittelbilanz des Anhangs V der 31. BImSchV \leq Zielemission
- Jährliche neue Berechnung der Bezugsemission und der Zielemission; je nach Lösemittelverbrauch und Festkörpergehalt der Einsatzstoffe schwankende Größen.



Reduzierungspläne: Abschnitt B

Was stellen die Bezugsemissionen dar?

- Fiktive Gesamtemission bei Einsatz von herkömmlichen lösemittelhaltigen Beschichtungsstoffen
- Menge emittiertes Lösungsmittel pro Menge Festkörper bei konventionellen lösungsmittelhaltigen Beschichtungsstoffen

Wie berechnet sich die Zielemission? „Prozentsatz“?

- Fiktive Annahme einer Abgasreinigung: Weitestgehende Erfassung der flüchtigen organischen Stoffe und Beseitigung
- -> Übrig bleiben nur die diffusen Emissionen + die VOC im Reingas
- -> Prozentsatz = „Emissionsgrenzwert“ für diffuse Emissionen nach Anhang III + Emissionen im Reingas (5 bzw. 15% des eingesetzten Lösungsmittels)



Reduzierungspläne: Abschnitt B

Reduzierungsplan Abschnitt B:

Nr.	Lösemittelverbrauch [t/a]	Multiplikationsfaktor zur Ermittlung der jährlichen Bezugsemissionen	Prozentsatz zur Ermittlung der Zielemission
9.1	> 5 – 15	4	(25 + 15)%
9.2	> 15 – 25	3 ¹	(25 + 15)%
9.2	> 25	3 ¹	(20 + 5)%

- 1) Bei einem Auftragwirkungsgrad > 85% kann der Multiplikationsfaktor 4 zugrunde gelegt werden



Holzbeschichtung: Fallbeispiel

Material	Verbrauch [kg]	VOC-Anteil [kg]	Feststoffgehalt [kg]
Beize	773	626,1	30,9
Farbe	1.266,5	1.166,2	100,3
Grundierung	20.584	14.408,8	6.175,2
Härter	18	9,9	8,1
Hilfsmittel	567	351,5	39,7
Lack	5.021	3.514,7	1.456,1
Paste	151	3	78,5
Verdünnung	2.594	2.594	0
Wachs	2.280	1.732,8	456
Summe	33.242	24.407	8.344,8

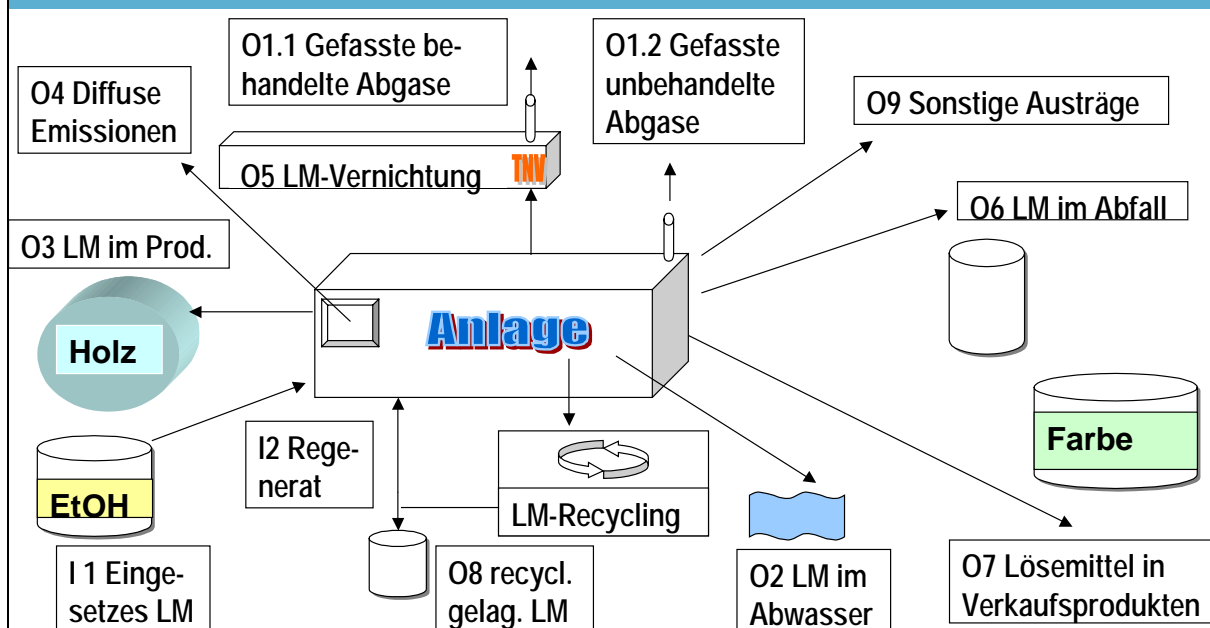
© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /21.06.2005

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz



17

Anhang V Lösemittelbilanz: In- und Outputströme [UBA]



© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /21.06.2005

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz



18

Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

Lösemittelbilanz:

I1	Menge Lösemittel im Bezugszeitraum eingesetzt	24.407 kg
I2	Lösemittel zur Wiederverwendung in der Anlage	0 (keine Zurückgewinnung)
O1.1	Emissionen in gefassten behandelten Abgasen	0 (Hallenabluft = diffuse Emission)
O1.2	Emissionen in gefassten unbehandelten Abgasen	0 (Hallenabluft = diffuse Emission)
O2	Lösemittel im Abwasser	Wird hier vernachlässigt
O3	Lösemittel im Endprodukt	Wird hier vernachlässigt
O4	Diffuse Emissionen	Berechnung nach Anhang V

© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /21.06.2005

19

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz

Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

Lösemittelbilanz:

O5	Durch Abgasreinigung vernichtete Lösemittel	Entfällt, da keine Abgas- oder Abwassereinigung
O6	Lösemittel im Abfall	Wird hier vernachlässigt
O7	Lösemittel in Verkaufsprodukten	Entfällt
O8	Zur Wiederverwendung zurückgewonnene Lösemittel, die nicht als Einsatz zählen	Entfällt
O9	Sonstige freigesetzte Lösemittel	Entfällt

© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /21.06.2005

20

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz

Holzbeschichtung: Fallbeispiel

Berechnung des Lösemittelverbrauchs:

$$LV = I1 - O8 = 24.407 \text{ kg} - 0 \text{ kg} = 24.407 \text{ kg}$$

-> Genehmigungsbedürftige Anlage Nr. 5.1 des Anhangs der 4. BImSchV

-> Anlage Nr. 9.2 des Anhangs der 31. BImSchV

Berechnung der diffusen Emissionen nach Anhang V Nr. 2.2.1 b):

$$F = I1 - O1.1 - O5 - O6 - O7 - O8 = 24.407 \text{ kg} - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 = 24.407 \text{ kg/a}$$

Ermittlung der Emissionen nach Anhang V Nr. 2.1.2 a):

$$E = F + O1.1 = 24.407 \text{ kg/a} + 0 = 24.407 \text{ kg/a}$$



Holzbeschichtung: Fallbeispiel

Reduzierungsplan nach Anhang IV Abschnitt B:

Bezugsemission:

$$8.344,8 \text{ kg Feststoff/Jahr} * 3 \text{ (Multiplikationsfaktor)} = 25.034,4 \text{ kg/a}$$

Zielemission = Bezugsemission * Prozentsatz =

$$25.034,4 \text{ kg/a} * (25 + 15)\% = 10.013,8 \text{ kg/a}$$

Folgende Emissionen sind einzuhalten:

- ab 01.11.2005: Zielemission * 1,5 = 15.020,6 kg/a

- ab 01.11.2007: Zielemission = 10.013,8 kg/a



Holzbeschichtung: Fallbeispiel

Ergebnis:

Wenn der Betreiber ab 01.11.2005 einen Lösemittelverbrauch von ≤ 15 t/a bei einem Festkörperverbrauch von 8.244,8 kg/a erreicht:

- > Keine Anlage mehr nach Nr. 9.2, sondern 9.1 des Anhangs I
- > Anforderungen nach Anhang III Nr. 9.1 maßgeblich
- > Weitere Emissionsreduzierung (z.B. Anwendung des Vereinfachten Nachweises) erst ab 01.01.2013 erforderlich!



Reduzierungspläne: Vereinfachter Nachweis

„Vereinfachter Nachweis“ = Abschnitt C des Anhangs IV

- Einsatz von Beschichtungsstoffen mit bestimmtem VOC-Gehalt:
Der sicherste und kostengünstigste Weg, die Anforderungen der 31. BImSchV einzuhalten.

$$\text{VOC-Wert (g/l)} = (100 - n_{fa} - m_w) \cdot \rho_s \cdot 10$$
 - n_{fa} = Nicht flüchtige Anteile
 - m_w = Massenanteil des Wassers in Prozent
 - ρ_s = Dichte des Beschichtungsstoffes
- Für Betreiber und Behörde mit dem geringsten Aufwand
- Keine jährliche Lösungsmittelbilanz erforderlich
- Kein Gleichwertigkeitsnachweis erforderlich



Reduzierungspläne: Vereinfachter Nachweis

- Geeignete Betriebsaufzeichnungen über die Art und Menge der Einsatzstoffe und den VOC-Wert; Aufbewahrung mindestens 5 Jahre am Betriebsort.

- Die angegebenen VOC-Werte beziehen sich auf die anwendungsfertigen Beschichtungsstoffe und gelten grundsätzlich für jeden einzelnen eingesetzten Beschichtungsstoff, d.h. sie stellen keinen Summenparameter über die Einsatzstoffe dar.



Reduzierungspläne: Vereinfachter Nachweis

Vereinfachter Nachweis für die Nr. 9.1 Holzbeschichtungsanlagen Nr. 9.1:

a) Beschichtung von ebenen und planen Oberflächen	a) Ausschließlich Beschichtungsstoffe mit VOC-Wert von ≤ 250 g/l
b) Beschichtung sonstiger Oberflächen	b) Ausschließlich Beschichtungsstoffe mit VOC-Wert von ≤ 450 g/l
c) Beizen	c) Ausschließlich wässrige Beizen mit VOC-Wert von ≤ 300 g/l



Reduzierungspläne: Vereinfachter Nachweis

Ersatz einer Lösemittelbeize durch eine wässrige Beize:

VOC-Gehalt Lösemittelbeize (Anlagen der Nr. 9 des Anhangs I):

Feststoffgehalt 5 Gew.% (= nichtflüchtige Anteile nfa),
 Lösemittelanteil 95 Gew.%, Dichte (ρ_s): 0,9 g/cm³, Massenanteil
 des Wassers in % (m_w): 0

$$\text{VOC-Wert (g/l)} = (100 - nfa - m_w) \cdot \rho_s \cdot 10 = (100 - 5 - 0) \cdot 0,9 \cdot 10 = 855 \text{ g/l}$$

VOC-Gehalt Wasser/Lösemittelbeize:

Feststoffgehalt 5 Gew.% (= nichtflüchtige Anteile nfa),
 Lösemittelanteil 25 Gew.%, Dichte (ρ_s): 1,0 g/cm³, Massenanteil
 des Wassers in % (m_w): 70

$$\text{VOC-Wert (g/l)} = (100 - nfa - m_w) \cdot \rho_s \cdot 10 = (100 - 5 - 70) \cdot 1,0 \cdot 10 = 250 \text{ g/l}$$



Reduzierungspläne: Fristen

Reduzierungsplan Anhang IV Abschnitt B für Beschichtungsanlagen Nr. 9.2 (> 15 t/a Lösemittelverbrauch):

	Neue Anlage/Wesentliche Änderung	Altanlagen
Mitteilung an Behörde	Im Rahmen des Genehmigungsantrags bzw. Registrierungsverfahrens	Spätestens bis 31.10.2004
Nachweis der Einhaltung des Reduzierungsplanes	Jährlich durch Lösungsmittelbilanz nach Anhang V	Ab 01.11.2005 jährlich durch Lösungsmittelbilanz nach Anhang V



Reduzierungspläne: Fristen

Reduzierungsplan Anhang IV Abschnitt B für Beschichtungsanlagen Nr. 9.1:

	Neue Anlage/Wesentliche Änderung	Altanlagen
Mitteilung an Behörde	<u>Bis 31.12.2012:</u> Vorlage bis spät. 31.12.2012 <u>Ab 01.01.2013:</u> Im Rahmen des Registrierungsverfahrens	Spätestens bis 31.12.2012
Offizieller Nachweis Einhaltung Reduzierungsplan	Ab 01.01.2013 im 3 Jahre Turnus durch Lösemittelbilanz nach Anhang V; Lösemittelbilanz ab 01.11.2007 zur Ermittlung der Emissionen	



Reduzierungspläne: Fristen

Reduzierungsplan Anhang IV Abschnitt B für Beschichtungsanlagen:

Zeitpunkte für die Einhaltung der maximal zulässigen Gesamtemissionen		Maximal zulässige Gesamtemission/Jahr
Neue Anlagen/Wesentlich geänderte Anlagen	Altanlagen	
<u>Nr. 9.2:</u> Ab Inbetriebnahme	ab 01.11.2005	Zielemission * 1,5
Ab 01.11.2004	ab 01.11.2007	Zielemission
<u>Nr. 9.1:</u>	Ab 01.01.2013	Zielemission



Reduzierungspläne: Fristen

Vereinfachter Nachweis nach Abschnitt C für Nr. 9.1 Anlagen:

	Neue Anlage/Wesentliche Änderung	Altanlagen
Mitteilung der verbindlichen Erklärung an Behörde	Spätestens bis 31.12.2012	
Einhaltung des Reduzierungsplans	Spätestens ab 01.01.2013	
Nachweis der Einhaltung des Reduzierungsplans durch Lösemittelbilanz	Entfällt	Entfällt

© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /21.06.2005

31

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz

Reduzierungspläne: Vorsorgeprinzip

Bei immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen (hier: Nr. 9.2 des Anhangs I): Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips gemäß § 4 Satz 3:

- Im Reduzierungsplan wird nur die zulässige jährliche Emissionsfracht geregelt
 - > es können auch bei Einhaltung des Reduzierungsplans durch erhöhte Emissionsmassenkonzentrationen/-massenströme schädliche Umwelteinwirkungen möglich sein (z.B. erhebliche Geruchsbelästigungen)
- Deshalb:
 - Zusätzlich zum Reduzierungsplan -> Festlegung von Emissionsgrenzwerten an gefassten Emissionsquellen bei genehmigungsbedürftigen Anlagen!

© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /21.06.2005

32

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz

Reduzierungspläne: Rollen Behörde-Betreiber

Rolle der Genehmigungsbehörde und des Betreibers bei der Anwendung eines Reduzierungsplans - Verfahrensablauf

A) Bestehende Anlagen:

1. Schritt

Behörde:

Information und Aufklärung der Betreiber von lösemittelverarbeitenden Anlagen, z.B. durch Beratungsgespräch



Betreiber :

- Überprüfung, ob Anlage unter die 31. BImSchV fällt:
- Bestimmung des Lösemittelverbrauchs
- Registrierung der Tätigkeiten bei der Behörde



Reduzierungspläne: Rollen Behörde-Betreiber

2. Schritt

Behörde:

- Erfassung und Überprüfung der Registrierung bzw. der Genehmigungsbedürftigkeit der Anlage, ggf. Nachforderungen an Unterlagen und vertiefende Information des Betreibers z.B. durch Gespräche
- Annahme der Registrierung: Schreiben an Betreiber, ggf. Aufforderung zur Durchführung eines Genehmigungsverfahrens



Betreiber:

- Überprüfung durch den Betreiber, wie die Anforderungen eingehalten werden können
- Entscheidung für einen Reduzierungsplan nach Anhang IV oder zur Einhaltung der Emissionsgrenzwerte nach Anhang III
- Aufstellung eines Reduzierungsplans



Reduzierungspläne: Rollen Behörde-Betreiber

3. Schritt: Behörde:

- Fachtechnische Überprüfung des Reduzierungsplans (ggf. im Genehmigungsverfahren)
- Verbindliche Annahme des Reduzierungsplans durch die Behörde
- Bei genehmigungsbedürftigen Anlagen:
Festlegung der Anforderungen der 31. BImSchV unter Berücksichtigung des Reduzierungsplans im Genehmigungsbescheid



Reduzierungspläne: Rollen Behörde-Betreiber

Neue Anlagen/Wesentliche Änderungen/nicht genehmigungsbedürftige Anlagen:

- Bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen:
Annahme des Reduzierungsplans von der Behörde rechtzeitig vor Inbetriebnahme der Anlage.
- Rechtsverbindliche Festlegung der Durchführung des Reduzierungsplans vor der Inbetriebnahme der Anlage.
- Aufnahme der Anforderungen der 31. BImSchV unter Berücksichtigung des Reduzierungsplans im Baugenehmigungsbescheid (Vorschlag LfU).



Reduzierungspläne: Rollen Behörde-Betreiber

Verbindlichkeit eines Reduzierungsplans

- Der von einem Betreiber vorgelegte Reduzierungsplan ist verbindlich („verbindliche Erklärung“)
- Die „verbindliche Erklärung“ ist bei allen Arten des Reduzierungsplans bei Alt- und Neuanlagen erforderlich und bedarf stets der Annahme durch die Behörde
- Falls die Anforderungen der 31. BImSchV nach dem vom Betreiber vorgelegten Reduzierungsplan **nicht** eingehalten werden können -> Behörde fordert schriftlich Nachbesserung
- Wenn **kein** plausibler Reduzierungsplan vorgelegt wird -> Bei Anlagen Nr. 9.2: Anforderungen Anhang III der 31. BImSchV sind ab **01.11.2007** einzuhalten; bei Anlagen Nr. 9.1 Anwendung eines Reduzierungsplans ab **01.01.2013** obligatorisch!



Reduzierungspläne: Rollen Behörde-Betreiber

- Änderungen an dem Reduzierungsplan sind nur nach vorheriger Mitteilung und Zustimmung der Behörde zulässig
- Aufbewahrung einer Ausfertigung des Reduzierungsplans am Betriebsort
- Der Reduzierungsplan muss von realistischen technischen Voraussetzungen ausgehen
- Sind entgegen der Annahmen bei der Aufstellung des Reduzierungsplans lösemittelarme Ersatzstoffe noch in der Entwicklung, dann kann die Behörde eine angemessene Fristverlängerung gewähren



Holzbeschichtung: Beste Verfügbare Technik

Beste Verfügbare Techniken bei der Holzlackierung:

1. Einsatz emissionsarmer bzw. -freier Lacke:

1K/2K-Wasserlackssysteme
 UV-Wasserlackssysteme
 UV-Lackssysteme mit 100% Festkörperanteil
 UV-Pulverlackssysteme
 Pulverlacke
 High Solids

2. Lackauftragsverfahren mit verbessertem Wirkungsgrad

Walzverfahren
 Gießverfahren
 Tauch-/Flutverfahren
 Elektrostatisches Spritzverfahren

© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /21.06.2005

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz

39

Holzbeschichtung: Beste Verfügbare Technik

Erreichbare Auftragwirkungsgrade bei der Holzbeschichtung [Quelle: O. Rentz et. al.]

Streichen, Rollen	95 - 100	Eingeschränkte Gleichmäßigkeit der Oberfläche
Spritzen, konventionell	30 – 60	Hoher Overspray
Spritzen, HVLP	40 – 75	Einsatz für Beizen mit geringer Viskosität, zunehmend auch für andere Lackssysteme
Spritzen, heiß	40 – 60	Einsatz festkörperreicher Lacke
Spritzen, Airless	40 – 75	Bündelung des Spritznebels
Spritzen, Airmix	35 – 50	Bündelung des Spritznebel
Spritzen, elektrostatische	50 – 70	Leitfähigkeit muss gegeben sein
Spritzen, elektrostatisch, Pulver	80 – 95	Leitfähigkeit muss gegeben sein, derzeit nur für mitteldichte Faserplatten möglich
Gießen, Walzen	95	Einschränkung durch Teilegeometrie

© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /21.06.2005

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz

40

Holzbeschichtung: Beste Verfügbare Technik

Beste Verfügbare Technik für den Sektor Holz- und Möbellackierung

Quelle: O. Rentz et. al., 2003

Spanplatten für Wohn- und Schlafzimmere Möbel	Wasserverdünnbare Lacksysteme mit NIR-Trocknung und UV-härtende Lacksysteme für sämtliche Lackschichten
Stühle und Tische	Wasserverdünnbare Lacksysteme für die Grundierung und die Decklackierung mit elektrostatischer Spritzapplikation und Trocknung bei Raumtemperatur oder forcierte Trocknung
MDF-Platten	Pulverbeschichtung, elektrostatisches Spritzverfahren
	Wasserverdünnbare- und UV-härtende Lacksysteme, Walzverfahren, Düsen- bzw. UV-Trocknung
	UV-härtender Pulverlack, Spritzverfahren
Fenster	Lacksysteme auf Wasserbasis, Fluten für die Holzimprägnierung und die Grundierung, elektrostatisches Spritzverfahren für die Decklackierung

© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /21.06.2005

41

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz



Holzbeschichtung: Beste Verfügbare Technik

Treppen (Massivholz, Holzwerkstoffe)	Lack auf Wasserbasis für die Grundierung und die Decklackierung
Küchenmöbel	Flüssiglacksysteme auf PUR- und Polyester-Basis
Ebene Flächen, Büromöbel, Parkett, Türen, Schlafzimmere Möbel	➤ Wasserverdünnbare Beize (5% Feststoff, 95% Wasser), Kombi-Beize (5% Feststoff, 65% Wasser, 30% organische Lösemittel)
	➤ PUR-Lacksysteme im Walzverfahren, physikalische Trocknung (wasserverdünnbar: 7 – 9% organische Lösemittel, 40 – 60% Wasser)
	➤ UPE-Lacksysteme (wasserverdünnbar: ca. 5 – 7% organisches Lösemittel, 40 – 50% Wasser)
	➤ UPE-Dickschicht-Lacksysteme, paraffinhaltig: ca. 47% organisches Lösemittel, davon 10 – 15% emissionsrelevant
	➤ UPE-Walzlacke, UV-härtend (Grundierung: 2 – 4% organische Lösemittel, Decklack ca. 10% organische Lösemittel)
Spritzverfahren	➤ Nach Möglichkeit: Lackrückgewinnung

© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /21.06.2005

42

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz



Holzbeschichtung: Beste Verfügbare Technik

Weitere Möglichkeiten zur Emissionsminderung bei der Holzbeschichtung:

- Verzicht auf Lackierzwischenstufen
- Optimierung vorhandener Trocknungssysteme z.B. durch Änderung der Trockenzeit, Temperatur, Anordnung der Ware
- Verwendung geschlossener Reinigungssysteme (Minimierung der diffusen Emissionen)
- Verwendung emissionsarmer Reinigungsmittel
- Verwendung geschlossener Füll- und Entleersysteme (Einsatz der Gaspindelungstechnik bei Umfüllvorgängen)
- Geschlossenhalten von Behältern mit Lösemitteln während des Transports und der Lagerung
- Mischraum: Geschlossenhalten der Mischbehälter
- Lagerung, Förderung, Umfüllen flüssiger organischer Stoffe: Siehe Nr. 5.2.6 TA Luft

Praxisgerechte Lösemittelbilanzierung in Schreinereien

Ralph Hruschka, Fraunhofer Institut Produktionstechnik und Automatisierung

Einführung zum Lösemittel-Bilanzierungsprogramm

1. Welchen Sinn/Nutzen hat dieses Programm?

Emissionen an organischen Lösemitteln (sogenannte VOC – volatile organic compounds) sind ins Blickfeld des Gesetzgebers geraten, da sie zum sogenannten „Sommersmog“ beitragen. Ein zentrales Element der daraus resultierenden Gesetzgebung, hier der EU VOC-Richtlinie, ist die Lösemittelbilanz. Es ist zu erwarten, dass diese auch für Schreinereien des handwerklichen Bereiches Bedeutung erlangen wird. Eine rechtzeitige Beschäftigung mit dieser Thematik schafft somit (Zeit-)Vorteile.

Eine andere Veranlassung zur Erstellung dieses Programms ist die Erfahrung, dass sich immer mehr Betriebe Gedanken darüber machen, vermehrt lösemittelarme Oberflächenbeschichtungen einzusetzen. Dabei ist es in diesem Zusammenhang egal, ob dies durch äußeren Druck (Nachbarschaftsprobleme, Kundenwünsche), aus innerer Überzeugung, aus Gründen der geringeren Belastung der Luft im Arbeitsbereich o. ä. geschieht.

Dieses Programm ermöglicht es Ihnen, den betrieblichen Ist-Zustand abzubilden und die Effekte von Varianten der bestehenden Situation im Vergleich darzustellen. Damit können Sie zum einen Ihre Entscheidung auf fundierter Datenbasis treffen und zum anderen haben Sie die Möglichkeit, die Erfolge Ihrer Anstrengungen im Bereich der VOC-Minderung mit Zahlen zu belegen und bildlich darzustellen. Dies kann in verschiedenen Richtungen von Nutzen sein.

2. Welche Möglichkeiten bietet dieses Programm?

Die erste Möglichkeit hat auf den ersten Blick noch gar nichts mit der Lösemittelbilanzierung zu tun: Sie können mit diesem Programm Ihr **Gefahrstoffverzeichnis** führen; eine Verpflichtung für jeden Betrieb, der mit Gefahrstoffen umgeht. Wenn Sie dieses schon besitzen, können Sie die Daten einfach in das vorliegende Programm übernehmen. Dieses Gefahrstoffverzeichnis stellt nämlich die Basis für die nachfolgenden Berechnungen dar. D. h., Sie können die einmal geleistete Arbeit gleich doppelt nutzen.

Die zweite Nutzungsmöglichkeit ist die Erstellung einer **Abschätzung** Ihrer derzeitigen Emissionssituation bei den Lösemitteln anhand der Daten aus dem Gefahrstoffverzeichnis. Dadurch erhalten Sie die grafische Darstellung der materialspezifischen Verbrauchsmengen, Lösemittelmengen und Materialkosten inkl. der jeweiligen Jahressummen und spezifischen Kosten je m².

Vorgehen: Bitte füllen Sie die hellgelb hinterlegten Zellen mit blauer Schrift in den Spalten G, H und I im Blatt „*Berechnung*“ aus und speichern Sie die Eingaben (dann werden die Berechnungen ausgeführt).

Als dritte Nutzungsmöglichkeit können Sie Ihre Ist-Situation variieren (z. B. Ersatz DD-Lack durch Wasserlack) und diese **Variante** mit der Ist-Situation vergleichen. Das Ergebnis dieses Vergleichs wird sowohl tabellarisch in Zahlenwerten als auch in Form einer grafischen Gegenüberstellung ausgegeben.

Vorgehen: Bitte füllen Sie die hellgrün hinterlegten Zellen mit blauer Schrift in den Spalten P, Q, S, T, U und W im Blatt „*Berechnung*“ aus und speichern Sie die Eingaben (dann werden die Berechnungen ausgeführt).

Sollen Sie Fragen zu den erforderlichen Werten für die Dateneingabe haben, so können Sie im Tabellenblatt „**Erfahrungswerte**“ Erläuterungen sowie teilweise Erfahrungswerte, z. B. für Auftragsmengen bei verschiedenen Lackiertechniken, finden. Diese Erfahrungswerte sollen Ihnen zudem ein Arbeiten mit dem Programm ermöglichen, wenn Sie noch nicht für alle Dateneingaben eigene Werte zur Verfügung haben, aber trotzdem an einer Abschätzung interessiert sind-

Nicht zuletzt können Sie diese Daten auch zur eigenen Auftragskalkulation verwenden.

3. Wie arbeite ich mit diesem Programm?

Sofern Sie sich schon einmal etwas mit „Excel“ beschäftigt haben, dürfte das Meiste für Sie selbsterklärend sein.

Sofern das nicht der Fall ist oder Sie sich vor dem eigentlichen Loslegen erst einmal in die Bedienung einlesen wollen, finden Sie im Blatt „**Hilfe Bedienung**“ die entsprechenden Hinweise. Selbstverständlich können Sie auch die Hilfe-Funktion von Excel nutzen; diese aktivieren Sie durch Anklicken des Fragezeichens (?) in der Kopfzeile.

Gefahrstoffverzeichnis (Beispiel rein fiktiv)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O	P
1	Gefahrstoffverzeichnis Schreiner														
2	Betrieb		Arbeitsbereich					Beschäftigte					Datum:		
3	Lfd. Nr.	Stoff- bzw. Produktname	Hersteller/ Lieferant	Anteil org. Lösemittel [Gew.%]	Jahresverbrauch [kg]	Kosten [DM/kg]	Anwendung/ Tätigkeit	SDB (Stand)	Gebindeart/-größe	max. Lagermenge [kg]	Gefahrenmerkmal	R- / S-Sätze	WGK	VbF	Bemerkung
4	1	Klarlack 1	Hersteller 1	47	10000	10	Lackierung								
5	2	Klarlack 2	Hersteller 1	35	50000	8	Lackierung								
6	3	Klarlack 3	Hersteller 2	60	40000	11	Lackierung								
7	4	Klarlack 4	Hersteller 3	70	30000	10	Lackierung								
8	5	Härter 1	Hersteller 1	65	35000	11,5	Lackierung								
9	6	Härter 2	Hersteller 1	75	42200	9,75	Lackierung								
10	7	Härter 3	Hersteller 3	55	26000	11	Lackierung								
11	8	Farblack 1	Hersteller 1	68	7500	26,5	Lackierung								
12	9	Farblack 2	Hersteller 1	68	5400	19	Lackierung								
13	10	Farblack 3	Hersteller 1	72	2200	24,5	Lackierung								
14	11	Farblack 4	Hersteller 1	58	1800	19,5	Lackierung								
15	12	Farblack 5	Hersteller 2	58	3300	20	Lackierung								
16	13	Farblack 6	Hersteller 2	62	800	45	Lackierung								
17	14	Farblack 7	Hersteller 2	62	600	36,5	Lackierung								
18	15	Farblack 8	Hersteller 2	62	700	26	Lackierung								
19	16	Farblack 9	Hersteller 2	58	300	33	Lackierung								
20	17	Farblack 10	Hersteller 2	58	200	18	Lackierung								
21	18	Farblack 11	Hersteller 2	58	200	42,5	Lackierung								
22	19	Farblack 12	Hersteller 2	62	100	28	Lackierung								
23	20	Farblack 13	Hersteller 2	62	200	18,75	Lackierung								
24	21	Farblack 14	Hersteller 3	62	1400	21,75	Lackierung								
25	22	Farblack 15	Hersteller 3	58	600	17,5	Lackierung								
26	23	Verdünner	Hersteller 1	100	18000	1,5	Reinigung								
27	24				1										
28	25				1										
29	Hilfestellungen zur Datenherkunft siehe rechts neben Tabelle														

1	Erläuterung zur Datenherkunft:	
2		
3		
4	Aus dem EG-Sicherheitsdatenblatt:	
5	Spalte B	siehe Punkt 1. - Handelsname
6	Spalte C	siehe Punkt 1. - Hersteller/Lieferant
7	Spalte H	i.d.R. Kopfzeile
8	Spalte L	siehe Punkt 3 - Gefahrenbezeichnung
9	Spalte M	siehe Punkt 3 - Besondere Gefahrenhinweise für Mensch und Umwelt
10	Spalte N	siehe Punkt 15 - Wassergefährdungsklasse
11	Spalte O	siehe Punkt 15 - Klassifizierung nach VbF
12		
13	Die Angaben in den übrigen Spalten sind betriebsspezifisch.	
14		
15	Anmerkung:	
16	Die Gefahrstoff-Verordnung schreibt die Angaben in den Spalten B, E, G, L zwingend vor.	
17	Die übrigen Angaben sind aus unserer Erfahrung heraus sinnvoll, da der zusätzliche Nutzen	
18	den Mehraufwand deutlich überwiegt (z. B. hinsichtlich der Mengenschwellen VbF und WGK).	
19		
20	Die Daten in den Spalten B-F sind zur Erstellung der Lösemittelbilanz erforderlich.	
21	Falls manche Daten nicht in Erfahrung zu bringen sind, können Sie zur Abschätzung	
22	Erfahrungswerte aus der Hilfe-Tabelle am Ende dieses Programms entnehmen.	
23		
24		
25		

IST-Situation

Lfd. Nr.	Stoff- bzw. Produktname	Hersteller/ Lieferant	Jahresverbrauch IST-Situation	Kosten	Anteil org. Lösemittel	Festkörpergehalt	Auftragsmenge	Auftragswirkungsgrad	Jährliche Lösemittelmenge IST-Situation	Jährliche Materialkosten IST-Situation	Spezifische Kosten IST-Situation	Theoret. lackierte Fläche
			[kg/a]	[DM/kg]	[%]	[%]	[g/m ²]	[%]	[kg/a]	[DM/a]	[DM/m ²]	[m ² /a]
1	Klarlack 1	Hersteller 1	10000	10	47	53	120	30	4700	100000	7,55	13250
2	Klarlack 2	Hersteller 1	50000	8	35	65	110	30	17500	400000	4,51	88636
3	Klarlack 3	Hersteller 2	40000	11	60	40	115	30	24000	440000	10,54	41739
4	Klarlack 4	Hersteller 3	30000	10	70	30	90	30	21000	300000	10,00	30000
5	Härter 1	Hersteller 1	35000	11,5	65	35	80	30	22750	402500	8,76	45938
6	Härter 2	Hersteller 1	42200	9,75	75	25	80	30	31650,0	411450	10,40	39563
7	Härter 3	Hersteller 3	26000	11	55	45	90	30	14300	286000	7,33	39000
8	Farblack 1	Hersteller 1	7500	26,5	68	32	120	30	5100	198750	33,13	6000
9	Farblack 2	Hersteller 1	5400	19	68	32	120	30	3672	102600	23,75	4320
10	Farblack 3	Hersteller 1	2200	24,5	72	28	120	30	1584	53900	35,00	1540
11	Farblack 4	Hersteller 1	1800	19,5	58	42	100	30	1044	35100	15,48	2268
12	Farblack 5	Hersteller 2	3300	20	58	42	100	30	1914	66000	15,87	4158
13	Farblack 6	Hersteller 2	800	45	62	38	120	30	496	36000	47,37	760
14	Farblack 7	Hersteller 2	600	36,5	62	38	95	30	372	21900	30,42	720
15	Farblack 8	Hersteller 2	700	26	62	38	95	30	434	18200	21,67	840
16	Farblack 9	Hersteller 2	300	33	58	42	95	30	174	9900	24,88	398
17	Farblack 10	Hersteller 2	200	18	58	42	110	30	116	3600	15,71	229
18	Farblack 11	Hersteller 2	200	42,5	58	42	110	30	116	8500	37,10	229
19	Farblack 12	Hersteller 2	100	28	62	38	120	30	62	2800	29,47	95
20	Farblack 13	Hersteller 2	200	18,75	62	38	120	30	124	3750	19,74	190
21	Farblack 14	Hersteller 3	1400	21,75	62	38	150	30	868	30450	28,62	1064
22	Farblack 15	Hersteller 3	600	17,5	58	42	120	30	348	10500	16,67	630
23	Verdünner	Hersteller 1	18000	1,5	100	0	0	0	18000	27000	0,00	0
24		0	1	0	0	1	1	1	0	0	0,00	0
25		0	1	0	0	1	1	1	0	0	0,00	0

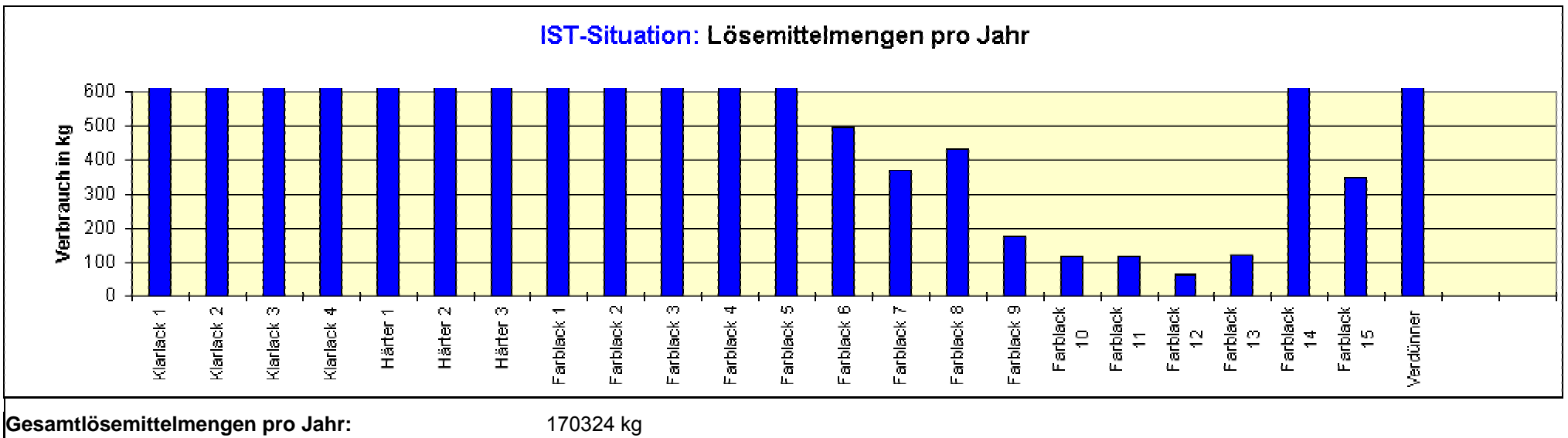
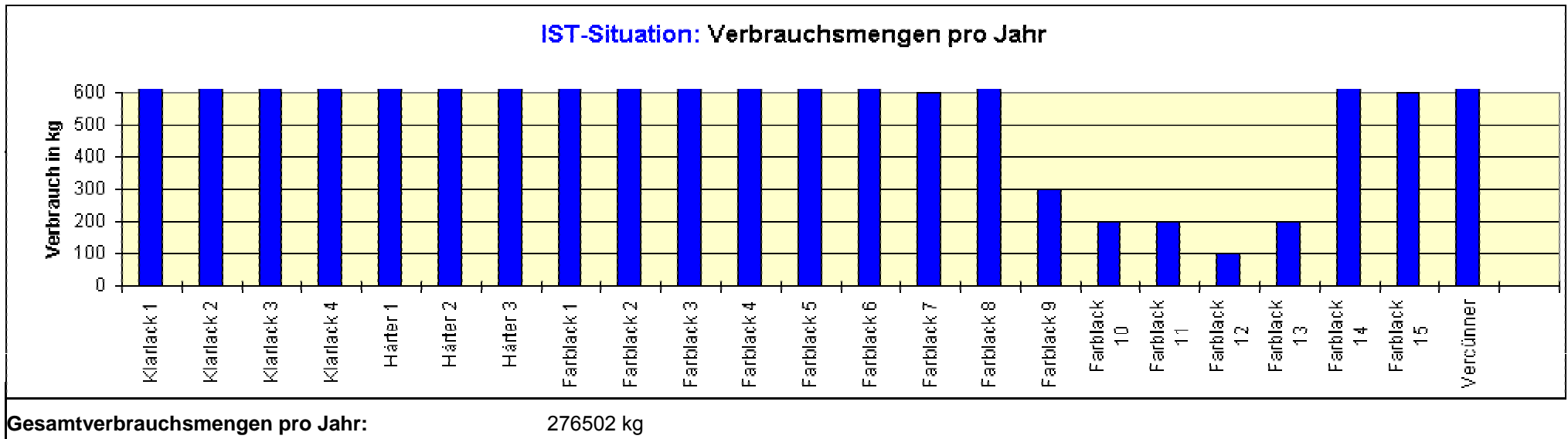
Bitte beachten:

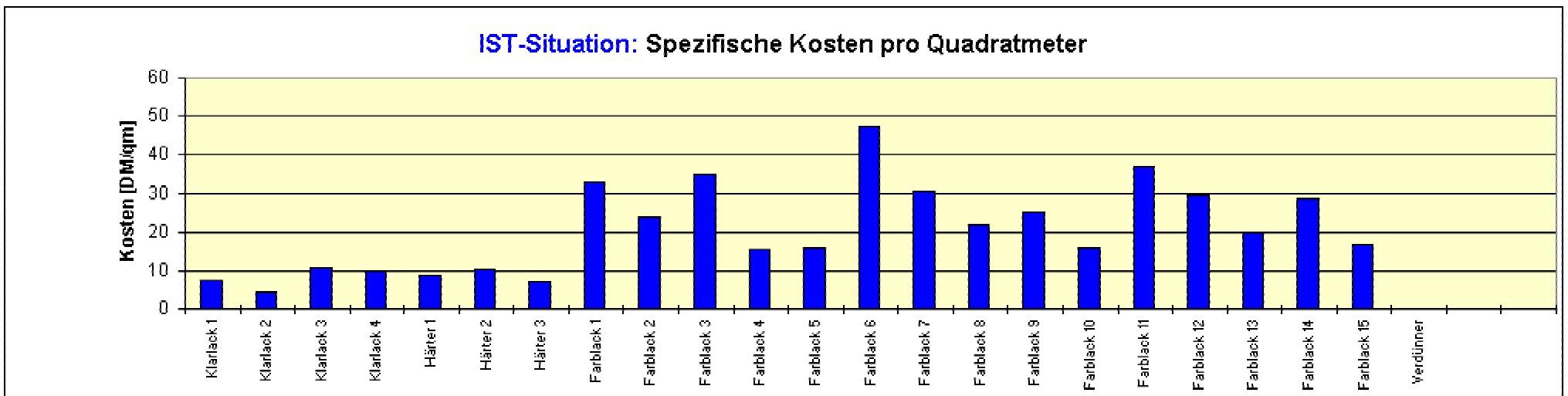
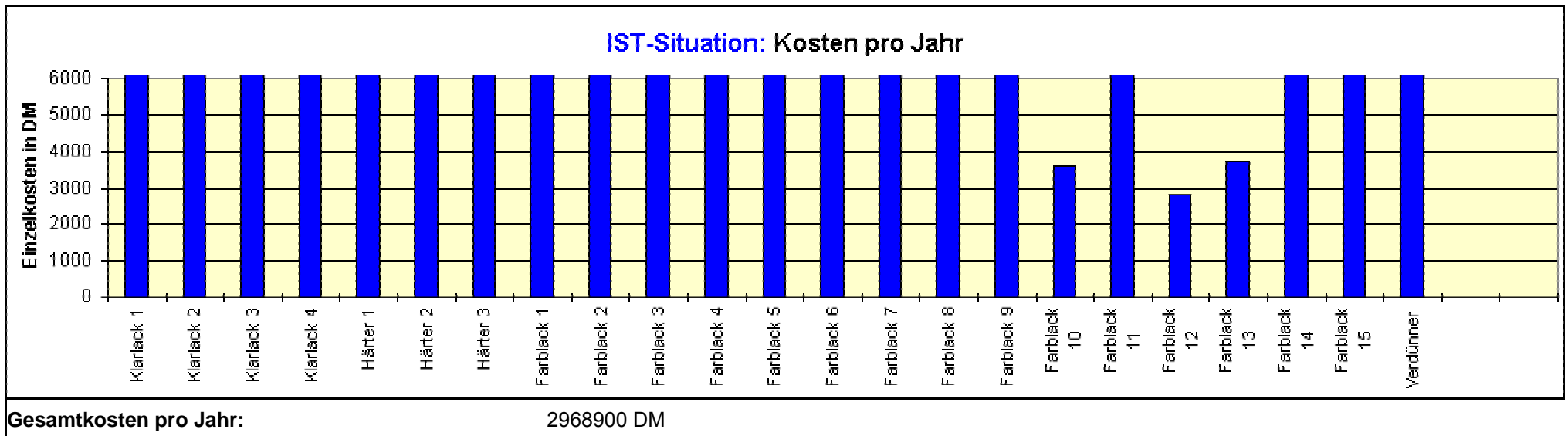
Die Begriffe "Festkörpergehalt", "Auftragsmenge" und "Auftragswirkungsgrad" werden auf dem Blatt "Hilfe" erläutert.

Zusätzlich werden Methoden beschrieben, die für den jeweiligen Betrieb richtigen Werte zu ermitteln.

Außerdem sind Tabellen mit Beispielen und Erfahrungswerten dargestellt.

Grafische Darstellung Vergleich Ist-Situation zu Variante (Beispiel fiktiv)





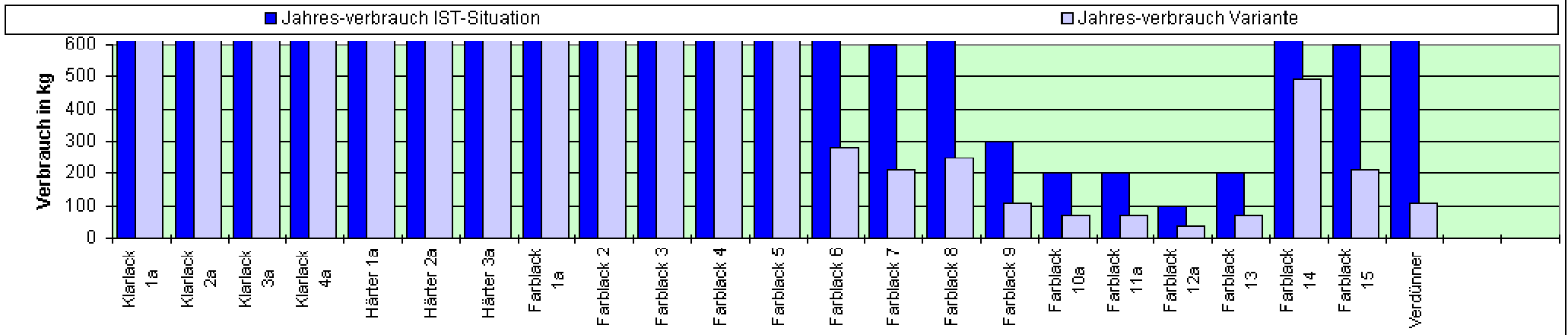
Variante												
Nr. Variante	Stoff- bzw. Produktname Variante	Hersteller/ Lieferant Variante	Jahresverbrauch Variante	Kosten	Anteil org. Lösemittel	Festkörpergehalt	Auftragsmenge	Auftragswirkungswirkungsgrad	Jährliche Lösemittelmenge Variante	Jährliche Materialkosten Variante	Spezifische Kosten Variante	Theoret. lackierte Fläche
			[kg/a]	[DM/kg]	[%]	[%]	[g/m ²]	[%]	[kg/a]	[DM/a]	[DM/m ²]	[m ² /a]
1	Klarlack 1a		8503	14	5	34	187	55	425	119037	8,98	13250
2	Klarlack 2a		31100	11	9	57	125	55	2799	342105	3,86	88636
3	Klarlack 3a		17455	15	11	50	92	55	1920	261818	6,27	41739
4	Klarlack 4a		7563	15	5	42	64	85	378	113445	3,78	30000
5	Härter 1a		14217	14,5	4	47	60	55	569	206141	4,49	45938
6	Härter 2a		8221	10,8	5,5	70	29	55	452	88784	2,24	39563
7	Härter 3a		12764	13,5	4,5	50	81	55	574	172309	4,42	39000
8	Farblack 1a	Hersteller 1	2647	28,5	7	32	120	85	185	75441	12,57	6000
9	Farblack 2	Hersteller 1	1906	19	68	32	120	85	1296	36212	8,38	4320
10	Farblack 3	Hersteller 1	776	24,5	72	28	120	85	559	19024	12,35	1540
11	Farblack 4	Hersteller 1	635	19,5	58	42	100	85	368	12388	5,46	2268
12	Farblack 5	Hersteller 2	1165	20	58	42	100	85	676	23294	5,60	4158
13	Farblack 6	Hersteller 2	282	45	62	38	120	85	175	12706	16,72	760
14	Farblack 7	Hersteller 2	212	36,5	62	38	95	85	131	7729	10,74	720
15	Farblack 8	Hersteller 2	247	26	62	38	95	85	153	6424	7,65	840
16	Farblack 9	Hersteller 2	106	33	58	42	95	85	61	3494	8,78	398
17	Farblack 10a	Hersteller 2	71	19,5	5	42	110	85	4	1376	6,01	229
18	Farblack 11a	Hersteller 2	71	43	5	42	110	85	4	3035	13,25	229
19	Farblack 12a	Hersteller 2	35	29,5	5	38	120	85	2	1041	10,96	95
20	Farblack 13	Hersteller 2	71	18,75	62	38	120	85	44	1324	6,97	190
21	Farblack 14	Hersteller 3	494	21,75	62	38	150	85	306	10747	10,10	1064
22	Farblack 15	Hersteller 3	212	17,5	58	42	120	85	123	3706	5,88	630
23	Verdünner	Hersteller 1	110	1,5	99,5	0,5	0	0	18000	165	0,00	0
24			1	1	1	1	1	1	0	1	10,00	0
25			1	1	1	1	1	1	0	1	10,00	0

Bitte beachten:

Der Jahresverbrauch, die Auftragsmenge, die jährliche Lösemittelmenge werden für die Alternativen aus den eingegebenen Werten automatisch neu errechnet.

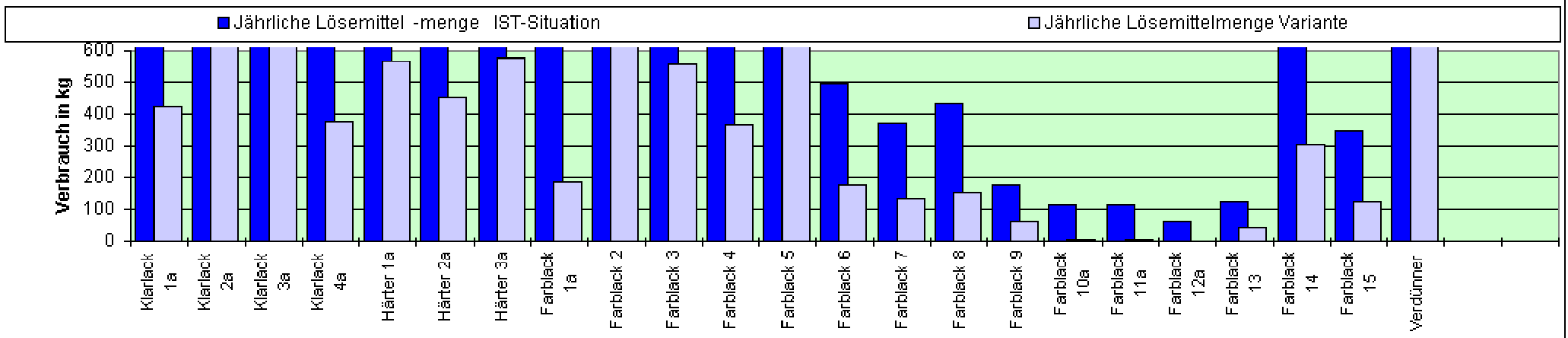
Die Berechnungsgrundlage ist die Theoretisch lackierte Fläche, da diese für den Vergleich der Alternativen mit der IST-Situation gleich bleiben muss.

Vergleich IST-Situation/Variante: Verbrauchsmengen pro Jahr

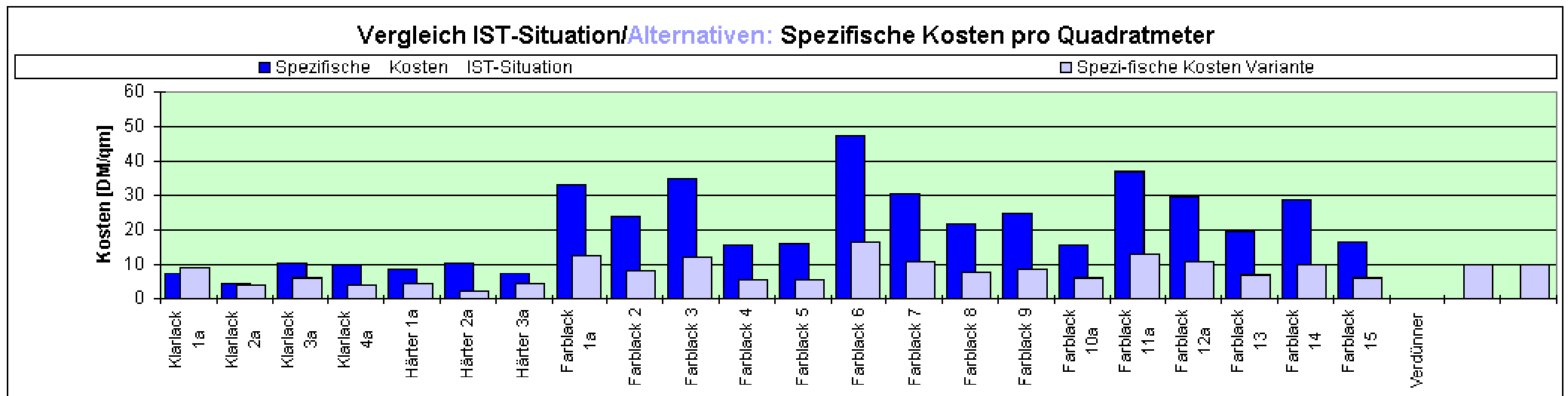
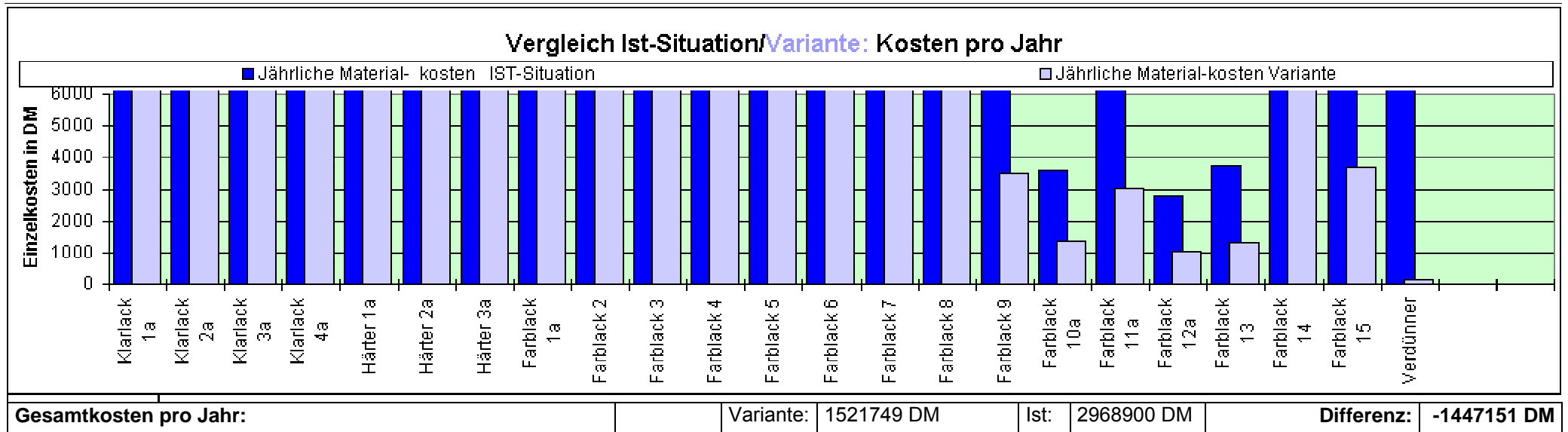


Gesamtverbrauchsmengen pro Jahr:	Variante: 108863 kg	Ist: 276502 kg	Differenz:	-167639 kg
---	---------------------	----------------	-------------------	-------------------

Vergleich IST-Situation/Variante: Lösemittelmengen pro Jahr



Gesamtlösemittelmengen pro Jahr:	Variante: 29205 kg	Ist: 170324 kg	Differenz:	-141119 kg
---	--------------------	----------------	-------------------	-------------------



Bilanzierung der entsorgten Abfälle**Ist-Situation**

Lösemittelhaltige Abfälle aus der Lackierung							
Abfallart	Jahresmenge		Jährl. Kosten		Lösemittelgehalt		Jahresmenge LM
Reinigungsverdünnung	kg/a		DM/a		%	85	kg/a
Destillationsrückstände	kg/a		DM/a		%	15	kg/a
Lösemittelhaltige Schlämme, halogenfrei	kg/a		DM/a		%	15	kg/a
Wässrige Schlämme, die Farbe oder Lack enthalten	kg/a		DM/a		%	30	kg/a
Ausgehärtete Farben u. Lacke	kg/a		DM/a		%	2	kg/a
	kg/a		DM/a		%		kg/a
Gesamt:		0		0			0

Variante

Lösemittelhaltige Abfälle aus der Lackierung							
Abfallart	Jahresmenge		Jährl. Kosten		Lösemittelgehalt		Jahresmenge LM
Reinigungsverdünnung	kg/a		DM/a		%	85	kg/a
Destillationsrückstände	kg/a		DM/a		%	15	kg/a
Lösemittelhaltige Schlämme, halogenfrei	kg/a		DM/a		%	15	kg/a
Wässrige Schlämme, die Farbe oder Lack enthalten	kg/a		DM/a		%	30	kg/a
Ausgehärtete Farben u. Lacke	kg/a		DM/a		%	2	kg/a
	kg/a		DM/a		%		kg/a
Gesamt:		0		0			0

Erläuterungen zu den Daten und Erfahrungswerte

Die folgenden Erläuterungen sollen eine Hilfe zum Verständnis der erforderlichen Daten sein. Zudem möchten wir Ihnen Erfahrungswerte an die Hand geben, die Sie zum Füllen von Datenlücken oder für die eigene Auftragskalkulation verwenden können.

1. Anteil organische Lösemittel

Organische Lösemittel sind flüssige, leicht verdampfende Stoffe und Verbindungen, die in allen Lacken, Verdünnungen, Reinigungslösungen und dergleichen zu finden sind.

Beispiele: Alkohole, Benzole, Ketone, Glykole, Stearate und Esterverbindungen.

Funktionen: In Lösemittellacken zum In-Lösung-Halten der Lackbestandteile Bindemittel, Additive und Feststoffe.

In Wasserlacken werden meist höherflüchtige Stoffe als Verlaufshilfsmittel und zur Verbesserung der Lackfilmvernetzung eingesetzt.

Die Anteile an organischen Lösemitteln sind vom Zusatz an Verdünnung abhängig und bei 2-K Lacken zusätzlich vom Mischungsverhältnis. Im Sicherheitsdatenblatt (Punkt 2) sind die Anteile organischer Lösemittel der einzelnen Lackkomponenten bezeichnet und ausgewiesen. Aus den Verarbeitungsrichtlinien der Lackhersteller sind die jeweils zutreffenden Anteile organischer Lösemittel aufgrund des Mischungsverhältnisses einfach errechenbar.

Übersicht: Typische Lösemittelanteile für verschiedene Lacksysteme:

Lacksystem	Lösemittelgehalt:
1-K PUR Lösemittellack "Standard"	60 – 75 %
2-K PUR Lösemittellack "Standard"	55 – 70 %
1-K PUR Lösemittellack "High-Solid"	40 – 55 %
2-K PUR Lösemittellack "High-Solid"	35 – 50 %
1-K Wasserlack "Standard"	2 – 4 %
2-K Wasserlack "Standard"	3 – 6 %
1-K Wasserlack mit zusätzlichem Härter	2 – 6 %

Diese Daten sind für eine erste Abschätzung zur Ergänzung von Datenlücken ausreichen

2. Festkörpergehalt

Der Festkörpergehalt eines Lackes ist derjenige Anteil, der nach dem Trocknungsprozess als Schicht auf der Teileoberfläche dauerhaft verbleibt.

Beispiele: Polyurethan aus PUR-Lacken, Polyacryl aus Acryllacken und Polyester aus Polyesterlacken.

Funktionen: Der Festkörper der dauerhaft verbleibenden Lackschicht ist mit dem Untergrund fest verbunden. In Zusammenwirken mit der Härte, bzw. Belastbarkeit des Untergrundes ist der Festkörper für die Eigenschaften der Lackierung verantwortlich.

Der Festkörpergehalt eines Lösemittellackes entspricht 100 % abzüglich des Anteils organischer Lösemittel in %. Der Festkörpergehalt eines Wasserlackes ist im Sicherheitsdatenblatt extra ausgewiesen, bzw. beim Lackhersteller zu erfragen.

3. Auftragsmengen

Die Auftragsmenge ist die Gesamtmasse eines fertig angemischten und eingestellten Lackes, die als Flüssigkeit auf eine Teiloberfläche aufgetragen wird. Die Auftragsmengen sind von folgenden Größen beeinflusst:

- Zerstäuber-/Lackauftragssystem (z. B. HVLP), dessen Einstellungen (z. B. Druck),
- der Handhabung (z. B. Sprühabstand),
- dem Lacksystem (z. B. 2-K, High Solid), dessen Einstellungen (z. B. Verdünnung, Temperatur),
- Auftragsart (Halber Kreuzgang, Ganzer Kreuzgang),
- der erforderlichen Oberflächenqualität (z. B. Hochglanz, matt)
- der Anzahl der Auftragsgänge (z.B. zweischichtig mit einem Zwischenschliff),
- den individuellen Erfahrungen der Lackierer.

Es ist sehr aufwändig und ungenau, die Auftragsmenge zu errechnen, daher wird folgende Methode zur experimentellen Bestimmung im jeweiligen Betrieb vor Ort vorgeschlagen:

1. Eine typische unlackierte Holzplatte ca. 25*50 cm, bzw. ein Holzbauteil auswählen und die Oberfläche in m².
2. Das Holzteil mit einer Genauigkeit von +- 1/2 g wiegen, anschließend sofort lackieren.
3. Unmittelbar nach Abschluss der Lackierarbeiten (spätestens nach 1 min) wird das Holzteil erneut gewogen.
4. Berechnung der Auftragsmenge: Wert Wägung 2 [g] minus Wert Wägung 1 [g] geteilt durch Bauteilfläche [m²].

Die für eine ungefähre Abschätzung der Auftragsmenge notwendigen Zahlenwerte können aus der folgenden Tabelle mit Erfahrungswerten entnommen werden:

Beispiele für Lösemittellacke:				
	Beispiel 1:	Beispiel 2:	Beispiel 3:	Beispiel 4:
Zerstäuber-/ Lackauftragssystem:	HVLP	HVLP	HVLP	HVLP
Dessen Einstellungen:	2 bar, 2,2 mm Düse	2 bar, 2,2 mm Düse	2 bar, 2,2 mm Düse	2 bar, 2,2 mm Düse
Handhabung (Sprühabstand):	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm
Lacksystem:	2K, PU-Lösemittellack, High Solid	2K, PU-Lösemittellack, High Solid	2K, PU-Lösemittellack, High Solid	2K, PU-Lösemittellack, High Solid
Einstellung (Verdünnung, Temperatur):	10 %, 23 °C, Viskosität 20 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 20 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 20 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 20 s DIN 4
Auftragsart:	Ganzer Kreuzgang	Ganzer Kreuzgang	Halber Kreuzgang	Halber Kreuzgang
Erforderliche Oberflächenqualität:	Seidenmatt	Seidenmatt	Seidenmatt	Seidenmatt
Anzahl der Auftragsgänge:	Erster Lackauftrag	Zweiter Lackauftrag	Erster Lackauftrag	Zweiter Lackauftrag
Individuelle Erfahrungen der Lackierer:	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert
Auftragsmenge:	ca. 100 - 120 g /qm	ca. 80 - 100 g /qm	ca. 75 - 100 g /qm	ca. 60 - 90 g /qm
	Beispiel 5:	Beispiel 6:	Beispiel 7:	Beispiel 8:
Zerstäuber-/ Lackauftragssystem:	Airless	Airless	Airless	Airless
Dessen Einstellungen:	120 bar, 0,33 mm Düse	120 bar, 0,33 mm Düse	120 bar, 0,33 mm Düse	120 bar, 0,33 mm Düse
Handhabung (Sprühabstand):	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm
Lacksystem:	2K, PU-Lösemittellack, High Solid	2K, PU-Lösemittellack, High Solid	2K, PU-Lösemittellack, High Solid	2K, PU-Lösemittellack, High Solid
Einstellung (Verdünnung, Temperatur):	10 %, 23 °C, Viskosität 20 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 20 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 20 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 20 s DIN 4
Auftragsart:	Ganzer Kreuzgang	Ganzer Kreuzgang	Halber Kreuzgang	Halber Kreuzgang
Erforderliche Oberflächenqualität:	Seidenmatt	Seidenmatt	Seidenmatt	Seidenmatt
Anzahl der Auftragsgänge:	Erster Lackauftrag	Zweiter Lackauftrag	Erster Lackauftrag	Zweiter Lackauftrag
Individuelle Erfahrungen der Lackierer:	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert
Auftragsmenge:	ca. 90 - 110 g /qm	ca. 70 - 90 g /qm	ca. 75 - 100 g /qm	ca. 60 - 90 g /qm

Beispiele für Lösemittellacke:				
	Beispiel 9:	Beispiel 10:	Beispiel 11:	Beispiel 12:
Zerstäuber-/ Lackauftragssystem:	Druckluft	Druckluft	Druckluft	Druckluft
Dessen Einstellungen:	4 bar, 1,8 mm Düse	4 bar, 1,8 mm Düse	4 bar, 1,8 mm Düse	4 bar, 1,8 mm Düse
Handhabung (Sprühabstand):	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm
Lacksystem:	2K, PU-Lösemittellack, High Solid	2K, PU-Lösemittellack, High Solid	2K, PU-Lösemittellack, High Solid	2K, PU-Lösemittellack, High Solid
Einstellung (Verdünnung, Temperatur):	10 %, 23 °C, Viskosität 20 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 20 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 20 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 20 s DIN 4
Auftragsart:	Ganzer Kreuzgang	Ganzer Kreuzgang	Halber Kreuzgang	Halber Kreuzgang
Erforderliche Oberflächenqualität:	Seidenmatt	Seidenmatt	Seidenmatt	Seidenmatt
Anzahl der Auftragsgänge:	Erster Lackauftrag	Zweiter Lackauftrag	Erster Lackauftrag	Zweiter Lackauftrag
Individuelle Erfahrungen der Lackierer:	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert
Auftragsmenge:	ca. 110 - 140 g /qm	ca. 80 - 110 g /qm	ca. 90 - 120 g /qm	ca. 75 - 110 g /qm

Beispiele für Wasserlacke:				
	Beispiel 1:	Beispiel 2:	Beispiel 3:	Beispiel 4:
Zerstäuber-/ Lackauftragssystem:	HVLP	HVLP	HVLP	HVLP
Dessen Einstellungen:	2 bar, 2,4 mm Düse	2 bar, 2,4 mm Düse	2 bar, 2,4 mm Düse	2 bar, 2,4 mm Düse
Handhabung (Sprühabstand):	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm
Lacksystem:	2K, Wasserlack, High Solid	2K, Wasserlack, High Solid	2K, Wasserlack, High Solid	2K, Wasserlack, High Solid
Einstellung (Verdünnung, Temperatur):	10 %, 23 °C, Viskosität 30 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 30 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 30 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 30 s DIN 4
Auftragsart:	Ganzer Kreuzgang	Ganzer Kreuzgang	Halber Kreuzgang	Halber Kreuzgang
Erforderliche Oberflächenqualität:	Seidenmatt	Seidenmatt	Seidenmatt	Seidenmatt
Anzahl der Auftragsgänge:	Erster Lackauftrag	Zweiter Lackauftrag	Erster Lackauftrag	Zweiter Lackauftrag
Individuelle Erfahrungen der Lackierer:	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert
Auftragsmenge:	ca. 80 - 100 g /qm	ca. 100 - 120 g /qm	ca. 70 - 90 g /qm	ca. 90 - 110 g /qm

Beispiele für Wasserlacke:				
	Beispiel 5:	Beispiel 6:	Beispiel 7:	Beispiel 8:

Beispiele für Wasserlacke:				
Zerstäuber-/ Lackauftragssystem:	Airless	Airless	Airless	Airless
Dessen Einstellungen:	130 bar, 0,33 mm Düse	130 bar, 0,33 mm Düse	130 bar, 0,33 mm Düse	130 bar, 0,33 mm Düse
Handhabung (Sprühabstand):	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm
Lacksystem:	2K, Wasserlack, High Solid	2K, Wasserlack, High Solid	2K, Wasserlack, High Solid	2K, Wasserlack, High Solid
Einstellung (Verdünnung, Temperatur):	10 %, 23 °C, Viskosität 30 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 30 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 30 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 30 s DIN 4
Auftragsart:	Ganzer Kreuzgang	Ganzer Kreuzgang	Halber Kreuzgang	Halber Kreuzgang
Erforderliche Oberflächenqualität:	Seidenmatt	Seidenmatt	Seidenmatt	Seidenmatt
Anzahl der Auftragsgänge:	Erster Lackauftrag	Zweiter Lackauftrag	Erster Lackauftrag	Zweiter Lackauftrag
Individuelle Erfahrungen der Lackierer:	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert
Auftragsmenge:	ca. 70 - 90 g /qm	ca. 90 - 110 g /qm	ca. 60 - 80 g /qm	ca. 80 - 100 g /qm
	Beispiel 9:	Beispiel 10:	Beispiel 11:	Beispiel 12:
Zerstäuber-/ Lackauftragssystem:	Druckluft	Druckluft	Druckluft	Druckluft
Dessen Einstellungen:	5 bar, 2 mm Düse	5 bar, 2 mm Düse	5 bar, 2 mm Düse	5 bar, 2 mm Düse
Handhabung (Sprühabstand):	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm
Lacksystem:	2K, Wasserlack, High Solid	2K, Wasserlack, High Solid	2K, Wasserlack, High Solid	2K, Wasserlack, High Solid
Einstellung (Verdünnung, Temperatur):	10 %, 23 °C, Viskosität 30 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 30 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 30 s DIN 4	10 %, 23 °C, Viskosität 30 s DIN 4
Auftragsart:	Ganzer Kreuzgang	Ganzer Kreuzgang	Halber Kreuzgang	Halber Kreuzgang
Erforderliche Oberflächenqualität:	Seidenmatt	Seidenmatt	Seidenmatt	Seidenmatt
Anzahl der Auftragsgänge:	Erster Lackauftrag	Zweiter Lackauftrag	Erster Lackauftrag	Zweiter Lackauftrag
Individuelle Erfahrungen der Lackierer:	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert	nicht klassifiziert
Auftragsmenge:	ca. 90 - 110 g /qm	ca. 110 - 140 g /qm	ca. 80 - 100 g /qm	ca. 100 - 120 g /qm

4. Auftragswirkungsgrad

Der Auftragswirkungsgrad ist der in Prozent angegebene Anteil des flüssigen Lackes, der sich nach dem Lackauftrag auf der zu lackierenden Teileoberfläche befindet. Alle Lackverluste durch Reinigungs- und Farbwechselprozesse müssen genauso wie die Lackverluste beim Zerstäuben des Lackes und Vorbeifliegen erfasst werden.

Die Masse des Anteils Lack, die sich auf der zu lackierenden Teileoberfläche befindet wird durch die Gesamtheit der eingesetzten Masse Lack geteilt. Aus diesem Verhältnis ergibt sich der Auftragswirkungsgrad in %.

Eine Bestimmung des Auftragswirkungsgrades bei einem Lackauftragsverfahren mit einer Becherpistole ist durch folgende Methode mit ausreichender Genauigkeit möglich:

1. Anmischen von ca. 500 g Lack in einer Becherpistole.
2. Trennen der Druckluftversorgung und Wiegen der Becherpistole auf 1/10 g genau.
3. Wiegen eines Holzbauteils auf 1/10 g genau.
4. Verbinden der Druckluftversorgung und Lackieren eines Holzbauteils.
5. Sofortiges Wiegen des Holzbauteils mit frischer Lackschicht.
6. Erneutes Trennen der Druckluftversorgung und anschließendes Wiegen der Becherpistole.
7. Errechnen des Auftragswirkungsgrades:
Differenzgewicht des Bauteils geteilt durch das Differenzgewicht der Becherpistole.

Bei Lackversorgungen mit Druckkesseln ist die beschriebene Methode sinnlos, da alle Lackrückstände in der Lackversorgungsleitung stören.

Erfahrungswerte zu Auftragswirkungsgraden der Zerstäuber-/Lackauftragssysteme

Teilegeometrie / Lackauftragsverfahren	Überwiegend Kleinteile	Flächige Teile / Platten	Größere Formkörper (z. B. geschnitzter Tischfuß)
Druckluft / pneumatisch	20 – 30 %	30 – 40 %	25 – 35 %
HVLP	25 – 35 %	35 – 50 %	30 – 45 %
Airless	30 – 40 %	40 – 60 %	35 – 55 %
Airmix	25 – 35 %	35 – 55 %	30 – 50 %
Walze / Pinsel	90 – 95 %	90 – 95 %	90 – 95 %
Tauchen	90 – 98 %	90 – 98 %	90 – 98 %

Die für eine ungefähre Abschätzung notwendigen Zahlenwerte können aus dieser Tabelle entnommen werden. Es liegt im Ermessen des jeweiligen Anwenders, die aus der Tabelle ersichtlichen Bereiche mit eigenen Erfahrungswerten zu ergänzen, bzw. zu erweitern. Werden für verschiedene Lacke z. B. unterschiedliche Lackauftragsverfahren eingesetzt muss darauf eingegangen und etwaige Mittelwerte abgeschätzt werden. Werden in einem Betrieb z.B. 30 % Kleinteile und 70 % Platten lackiert, muss dafür ein Mittelwert abgeschätzt werden.

5. Typische Abfälle, deren Abfallschlüsselnummern und Lösemittelanteile*

Abfallart	Abfallschlüsselnummer	Lösemittelgehalt
Ausgehärtete Farben und Lacke	080105	2 %
Lösemittelhaltige Schlämme, halogenfrei	080107	15 %
Wässrige Schlämme, die Farbe oder Lack enthalten	080108	30 %
Destillationsrückstände, ohne halogenierte org. Bestandteile	140505	15 %
Reinigungsverdünnung	140503	85 %

Ja =1 / Nein =0

Annahmen

1.	Besteht eine Spritzwand mit Absaugung?	30 %	1
2.	Steht die Spritzwand in einem separaten Raum?	30 % (wenn 6a =1)	1
3.	Hat die Spritzwand eine Nassauswaschung?		0
3a.	Wie viel Kubikmeter Wasser sind im Umlauf?	2,5 % (wenn 10=0)	0
4.	Hat die Spritzwand Filtermatten?		1
5.	Lüften frisch lackierte Werkstücke vor der Spritzwand ab?	15 %	1
6.	Lüften frisch lackierte Teile in einem separaten Raum ab?	5 %	1
6a.	Hat der Raum eine separate Absaugung?	30 %	1
7.	Wird Reinigungsverdünnung flüssig entsorgt?	7 %	1
7a.	Gehen die Verdünnungsreste an den Hersteller zurück?		1
8.	Werden Lackreste ausgehärtet entsorgt?	5 %	0
8a.	Gehen die Lackreste an den Lackhersteller zurück?		0
9.	Wird 2-K Lack verarbeitet?		1
10.	Wird der Lackschlamm getrocknet entsorgt?		0

O3 LM-Rückstände im Lackfilm vernachlässigbar

O5 Rückhaltung durch Reinigungsanlagen wird nicht durchgeführt

O9 Bodenverunreinigung vernachlässigbar

O7 Lösemittel als Produkt trifft nicht zu

O8 Zurück gewonnenes Lösemittel

O6 Lösemittel im Abfall

Menge des Feststoffabfalls aus Lacken	gesamt:	74325	kg/a
Feste Emissionen	in Filtermatten:	22297	kg/a
	in Lackresten:	14865	kg/a
	in die Werkhalle:	11149	kg/a
	in die Umwelt:	20068	kg/a

Flüssig gebundene Emissionen:	Feststoff aus Lacken:	0	kg/a	
	Lösemittel im Auswaschwasser:	0	kg/a	
	Lösemittelnrückgabe:	11923	kg/a	
Flüssige Lackabfälle:	14462	Lösemittel in Lackresten:	8516	kg/a

O2 Lösemittel im Abwasser

O8 Zurück gewonnenes Lösemittel

O6 Lösemittel im Abfall

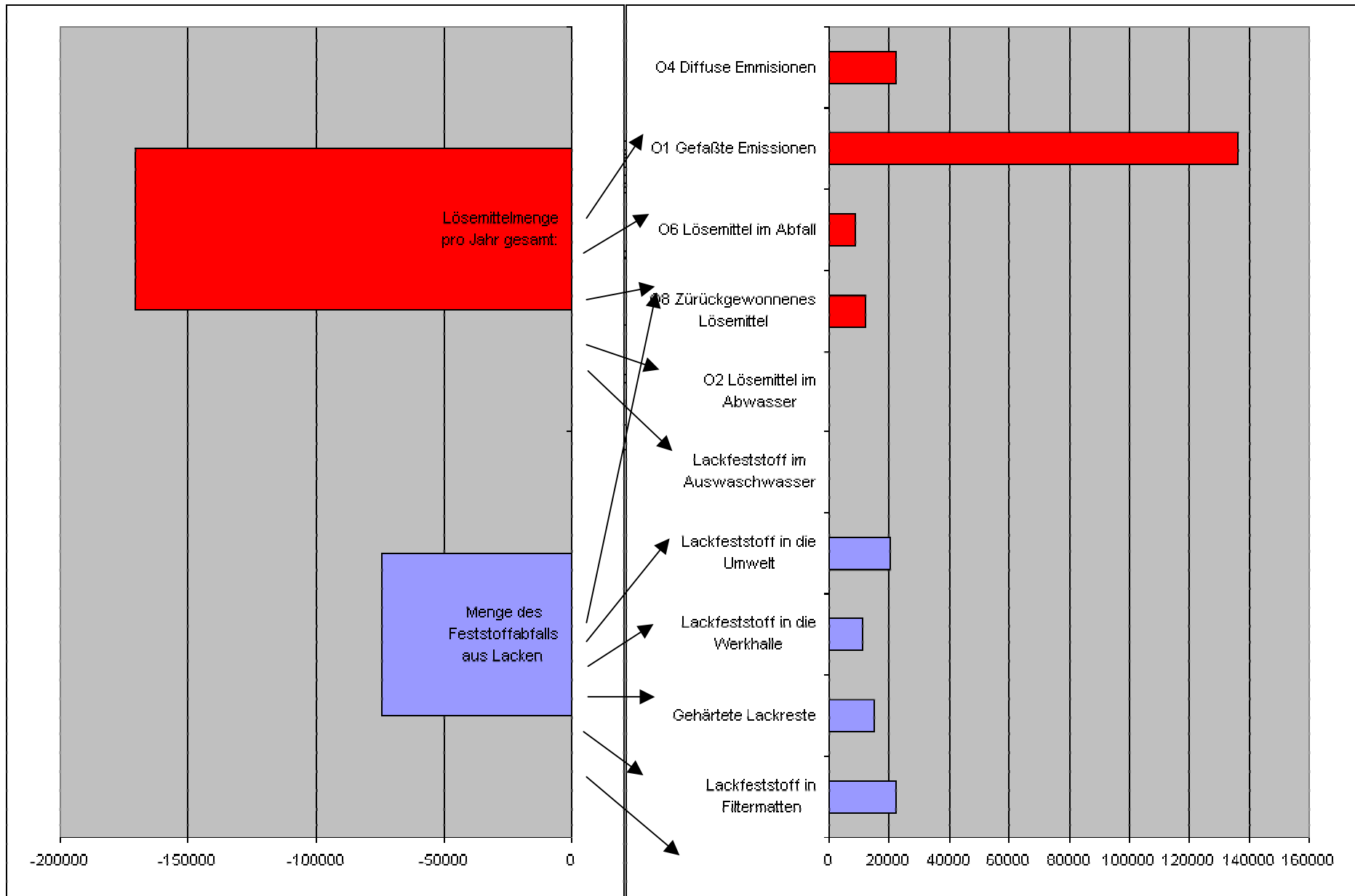
Flüchtige, gefasste Emissionen	Lösemittel in der Abluft:	136259	kg/a
--------------------------------	---------------------------	--------	------

O1 Gefasste Emissionen

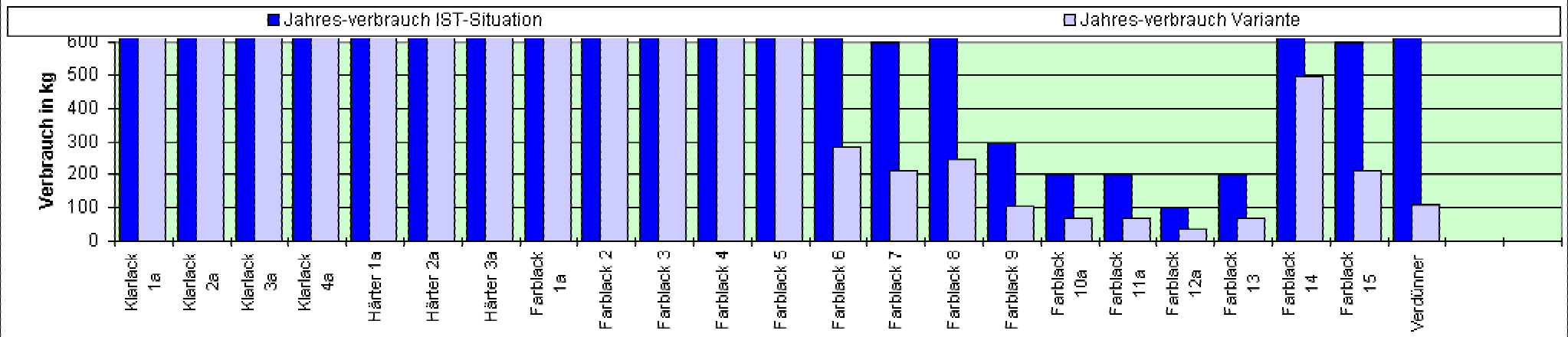
Flüchtige, diffuse Emissionen	Lösemittel in die Umwelt:	22142	kg/a
-------------------------------	---------------------------	-------	------

O4 Diffuse Emissionen

Lösemittelmenge pro Jahr gesamt:		170324	kg/a
----------------------------------	--	--------	------

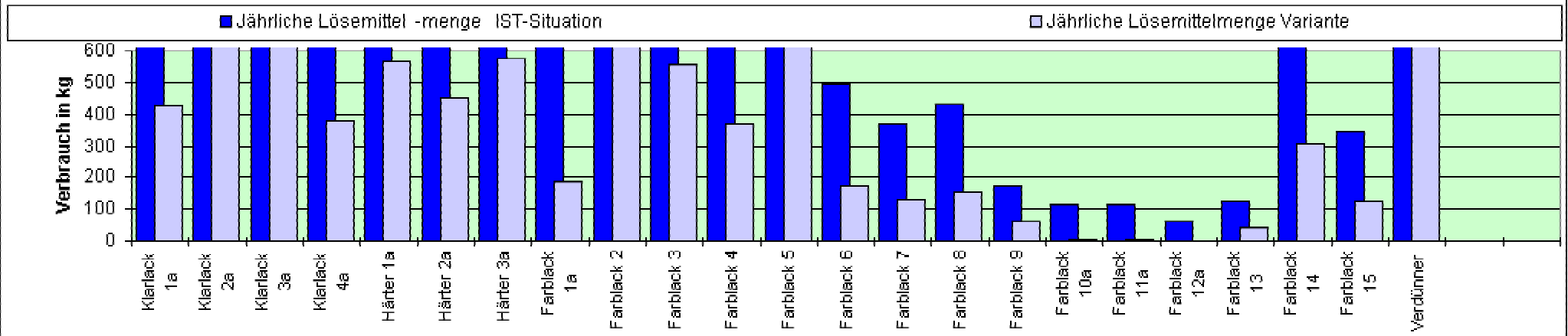


Vergleich IST-Situation/Variante: Verbrauchsmengen pro Jahr



Gesamtverbrauchsmengen pro Jahr:	Variante: 1987 kg	Ist: 2767,5 kg	Differenz:	780kg
---	-------------------	----------------	-------------------	--------------

Vergleich IST-Situation/Variante: Lösemittelmengen pro Jahr



Gesamtlösemittelmengen pro Jahr:	Variante: 610 kg	Ist: 1704 kg	Differenz:	1293kg
---	------------------	--------------	-------------------	---------------

Erfahrungswerte zu Auftragswirkungsgraden der Zerstäuber-/Lackauftrags-systeme

Teilegeometrie / Lackauftragsverfahren	Überwiegend Kleinteile	Flächige Teile / Platten	Größere Formkörper (z. B. geschnitzter Fischfuß)
Druckluft pn	20 – 30 %	30 – 40 %	25 – 35 %
HVLP	25 – 35 %	35 – 50 %	30 – 45 %
Airless	30 – 40 %	40 – 60 %	35 – 55 %
Airmix	25 – 35 %	35 – 55 %	30 – 50 %
Walze /Pinsel	90 – 95 %	90 – 95 %	90 – 95 %
Tauchen	90 – 98 %	90 – 98 %	90 – 98 %

Die für eine ungefähre Abschätzung notwendigen Zahlenwerte können aus dieser Tabelle entnommen werden. Es liegt im Ermessen des jeweiligen Anwenders, die aus der Tabelle ersichtlichen Bereiche mit eigenen Erfahrungswerten zu ergänzen bzw. zu erweitern. Werden für verschiedene Lacke z. B. unterschiedliche Lackauftragsverfahren eingesetzt, muss darauf eingegangen und etwaige Mittelwerte abgeschätzt werden. Werden in einem Betrieb z. B. 30 % Kleinteile und 70 % Platten lackiert, muss dafür ein Mittelwert abgeschätzt werden.

I. Hilfe zur Programmbedienung

Anwählen der Blätter:

Bewegen Sie den Mauszeiger auf einen Begriff in der Fußzeile dieses Blattes (z. B. „ Berechnung“). Betätigen Sie die linke Maustaste einmal, dann wird das Blatt geöffnet. In welchem Blatt Sie sich gerade befinden sehen Sie ebenfalls an der Fußzeile: der Name des geöffneten Blattes ist weiß hinterlegt (im Moment das Blatt „Hilfe-Bedienung“).

Ausfüllen der Zellen:

Bewegen Sie den Mauszeiger auf die gewünschte, farblich hellgelb hinterlegte Zelle. Betätigen Sie die linke Maustaste einmal. Die Zelle ist angewählt. Nun können Sie mit Ihrer Tastatur die erforderlichen Zahlenwerte und Schriftsymbole eingeben. Nach der Eingabe der Daten für eine Zelle drücken Sie die Eingabetaste einmal. Dann ist Ihre Eingabe für diese Zelle beendet.

WICHTIG: Speichern ihrer Eingaben!!

Wenn alle erforderlichen Zahlenwerte und Schriftsymbole korrekt eingegeben sind, bewegen Sie Ihren Mauszeiger in die Kopfzeile dieser Seite auf das Speichersymbol (Drittes Zeichen von links, „Diskette“) und betätigen die linke Maustaste einmal. Ihre Eingabe ist dann gespeichert und wird automatisch für die (weiteren) Berechnungen verwendet.

Ausdrucken:

Wenn Sie mehrere Alternativen vergleichen wollen, drucken Sie ihre Ergebnisse nach dem Speichern der Variante bitte aus. Dazu bewegen sie Ihre Maus auf das Drucksymbol in der Kopfzeile der Seite (viertes Zeichen von links, „Drucker“) und betätigen die linke Maustaste einmal. Daraufhin erfolgt, je nach Arbeitsgeschwindigkeit Ihres Druckers, der Ausdruck aller Seiten des geöffneten Blattes.

Einsatz emissionsarmer Beschichtungsstoffe

Wilfried Hansemann, ehem. Vorsitzender des Technischen Arbeitskreises der Fach-gruppe Holzlacke im Verband der Lackindustrie e. V.

Lack – Sammelbezeichnung für flüssige oder pulverförmige Substanzen zur Erzeugung von Anstrichen – Oberflächen mit spezifischen Eigenschaften, wie Beständigkeiten und zur Verbesserung des dekorativen Aussehens.

Die Namensgebung speziell für Lacksysteme zur Holz-Möbelbeschichtung ist nicht einheitlich z. T. I Phantasienamen. In der Regel werden die Bindemittelkomponenten als Grundlage verwendet.

Nitrozelluloselacke Cellulosenitratlacke NC CN
Polyurethanlacke PUR
Ungesättigte Polyesterlacke UPE
Öle Wachse
Wasserlacke
UV härtende Lacksysteme

In der Regel werden die Bindemittel –Harze –Öle –Additive durch geeignete Lösemittel in die flüssige Form gebracht. Nach dem Auftragen des flüssigen Lackes werden die Lösemittel abgedunstet und in die Umgebungsluft emittiert. Bei organischen Lösemittel der verschiedensten Gruppen wird durch den Eintrag in die Atmosphäre die Luft angereichert. Die Auswirkungen sind komplex und in der Regel wird die Ozonbildung beschrieben.

Dabei ist die Art der Lösemittel und die Auswirkung unterschiedlich z. B. chlorierte KW Stoffe aromatische KW Stoffe – Alkohole – Ester – Ketone.

(Chlorierte – Fluorierte Lösemittel sind in den Möbellacken nicht enthalten siehe dazu auch Richtlinie 002 des VdL).

Rohdichte des Holzes	Porenraum ges. in %	Mikrohohlräume in %	
200 kg/m³	86,8	71,2	Weichhölzer, Nadelhölzer
600 kg/m³	60,3	19,5	versch. Laubhölzer-
800 kg/m³	47,3	7,1	Laubhölzer, z. B. Eiche

Quellung von Massivholz (am Beispiel Esche)

Einwirkungszeit 30 min.	Angaben in %	
CN Verdünnung	Ethanol	Wasser
0,08	0,84	4,71

Vergleich der Lösemittelanteile in den verschiedenen Lacksystemen (farblos)

Beizen	5 – 9 5%
NC Lacke	70 – 75 %
PUR Lacke	60 – 70 %
Säurehärtende Lacke	60 – 70 %
Ungesättigte Polyesterlacke	30 – 40 %
UV Lacke	2 – 10 %
Wasserlacke	5 – 10 %
Öle – Wachse	unterschiedlich

Wenn das Kriterium für emissionsarme Lacke der Gehalt an organischen Lösemittel als Grundlage dient gehören

Ungesättigte Polyesterlacke

UV härtende Polyester/Acrylat Lacke

Wasserlacke

Öle und Wachse

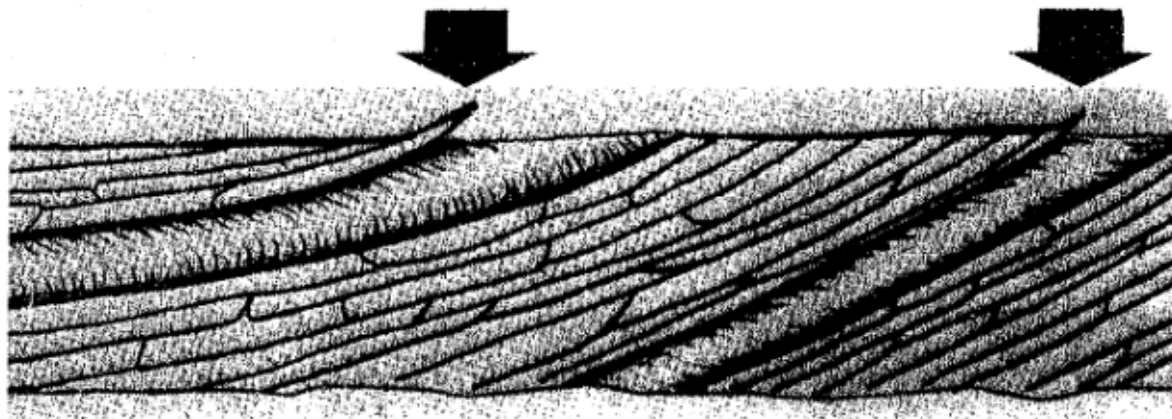
zu dieser Gruppe.

Vergleicht man den Gehalt an org. Lösemittel der einzelnen Lacksysteme so ist es relativ leicht die Auswahl zu treffen. Im Falle von Wasserlacksystemen ist der Gehalt an org. Lösemitteln niedrig. Das enthaltene Lösemittel Wasser reagiert aber mit dem Trägermaterial Holz nach dem ersten Auftrag durch Quellerscheinungen. Die Oberfläche ist rauer als bei Lacksystemen ,die org. Lösemittel enthalten.

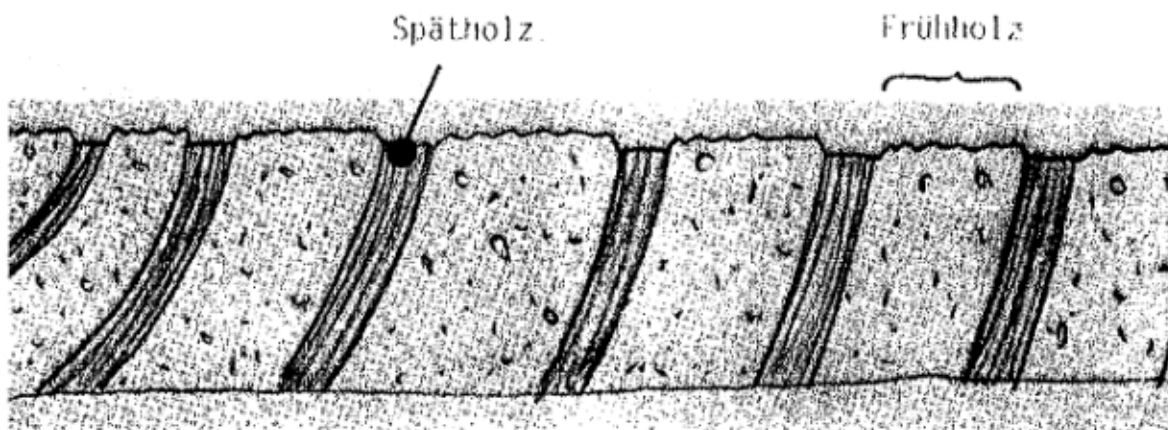
Dieser Aufraueffekt hat aber zwei Ursachen.

- A) Einfluss des Wassers auf die Oberfläche durch Quellung.
- B) Aufschwimmeffekte. Bei Vorarbeitsgängen z. B. Fräsen oder Schleifen werden kleine Holzpartikel in die Oberfläche gepresst.
Nach dem Lackauftrag schwimmen diese kleinen Holzteile auf.
Dichte des Holzes liegt unter der Dichte der Lösemittel.

Vor dem Beizen ist die Oberfläche zu wässern, so dass sich die niedergedrückten Fasern hochstellen und beim Zwischenschliff abgeschliffen werden. Damit wird vermieden, dass sich die Fasern nach dem Beizen hochstellen.



Laubholz nach dem Wässern: Porendeckel stehen nach oben und werden dann abgeschliffen



Nadelholz nach dem Wässern: Frühholz (weich) aufgequollen

Org. Lösemittel 0,7 – 0,9

Bei den Lacksystemen werden die einzelnen Lacke auch nach der Art der Trocknung /Härtung unterschieden

A) Physikalisch trocknende Lacksysteme

Die Lösemittelabgabe folgt physikalischen Grundsätzen der Verdunstung (Beizen NC Lacke).

B) Physikalisch-chemische Systeme

Neben der Verdunstung der Lösemittel findet noch eine chemische Reaktion der Bindemittel mit dem sog. Härter statt.

Dadurch werden deutlich verbesserte Oberflächen erreicht. Beispiel PUR Lacke

C) Chemisch härtende Systeme

Auch diese System enthalten org. Lösemittel ,die aber reaktionsfähig sind und während der Härtung an der Reaktion teilnehmen.

Beispiel ungesättigte Polyesterlacke Styrol – Acrylatverbindungen. Die Härtungsreaktion kann durch org. Peroxide, Säuren oder andere Chemikalien gestartet werden.

Statt der Härtungskomponenten auf chemischer Basis kann die Reaktion auch durch energiereiche Strahlung IR infrarot UV ultraviolett mit verschiedenen Wellenlängen ausgelöst werden.

Zu beachten sind die Eigenschaften der Bindemittel und deren Verhalten in der Nutzungsphase, z. B. Verfärbung, Vergilbung (Eiche – Ahorn-Macore-Birnbaum).

Die Emissionen von org. Lösemitteln hängen von folgenden Faktoren ab:

- A) Lösemittelgehalt %
- B) Auftragsmenge g/m²
- C) Art der Möbel /Einrichtung
- D) Auftragsaggregate spritzen konventionell, Airless, Elektrostatisch, Heißspritzen, Gießen, Walzen
- F) Produktionsprogramm-Anteil von glatten Teilen, Anteil von Profiltteilen
- H) Trocknungs- und Härtungseinrichtungen

Die Emissionen von Lösemitteln sind nicht zu verwechseln mit den Restemissionen. Diese Restemissionen sind Lösemittelabgaben aus fertigen Möbeln (Gerüche). Der typische Geruch von Neumöbeln war früher ein Qualitätsmerkmal. Heute eher ein Mangel. Angaben in µg/m² .
Je nach Spezifikation ca. 600 µg/m³.

Emissionsarme Lacke und emissionsarme Beschichtungen müssen alle Parameter (Rohstoffe, Herstellung ,Entsorgung) berücksichtigen. ÖKO-EFFIZIENZ Modelle sind Berechnungsmethoden die in den nächsten zur Produktbeurteilung herangezogen werden.

Schon heute gibt es eine Vielzahl von Regelungen und spezifischen Anforderungen:

- Bundes-Immissionsschutzgesetz**
- Bundes-Immissionsschutzverordnungen: 31. BImSchV**
- Betriebssicherheitsverordnung**
- Decopaint Richtlinie**
- Versch. Technische Regeln**
- Chem. VOCFarbV**
- Firmeninterne Spezifikationen.**

5.000 kg Lösemittel/Jahr
entsprechen
 22,7 kg Lösemittel/Tag
 2,8 kg Lösemittel/Std.
oder annähernd
7.142 kg Lack/Jahr

Ermittlung der Lösemittelmenge aus den Jahresmengen der Lackbezüge

Als grobe Abschätzung kann zur Ermittlung der Lösemittelmenge bei Anlagen zur Beschichtung von Holz folgende Berechnung verwendet werden:

Gesamtlackmenge kg/Jahr X 0,7 → Lösemittelmenge kg/Jahr

Dabei müssen aber die betrieblichen Produktionsbedingungen berücksichtigt werden. Für die Erstellung einer Lösemittelbilanz müssen die exakten Angaben der Lösemittelanteile aus den Herstellerangaben verwendet werden.

Für die Emissionen sind folgende Faktoren bestimmend:a) **Lacksystem**

Gehalt an organischen Lösemitteln

b) **Auftragswirkungsgrad der Applikationsaggregate**

Walzen ca. 95 %

Gießen ca. 95 %

Tauchen ca. 95 %

manuelles Spritzen sehr unterschiedlich, kann aber durch bestimmte Spritzkabinen deutlich verbessert werden.

Spritzautomat mit Rückgewinnung
f. lösemittelhaltige Systeme ca. 40 – 50 %

wasserverd. Systeme ca. 80 – 90 %

Entsprechende Reinigungsmittel müssen berücksichtigt werden.

c) **Abfallmenge - Restmengen**

Dabei gilt es aber, den sehr hohen Qualitätsstandard der Oberflächen zu behalten. Abstriche der Qualität wird von den Verbrauchern nicht akzeptiert. Zu beachten sind auch die Vorgaben

BVT Beste verfügbare Technik**BAT Best available Technique****BREFS Best Reference Documents**

Der klassische offenporige Lackaufbau besteht in der Regel aus:

Beizen

Grundieren

Zwischenschliff

Decklackieren

Beschreibung der Lackmaterialien:

Beizen Wasserbeizen

Lösemittelbeizen

Kombibeizen

Emissionsarme Beizen, alle wässrigen Beizen ;

Kombibeizen, Positivbeizen.

Speziell bei Beizen sind bei der Applikation mit Walzen sehr geringe Auftragsmengen möglich – in diesem Fall spielt der Lösemittelgehalt aufgrund der Menge kaum eine Rolle. (Industrieller Einsatz von Zwischenbeize). Bei der reinen Wasserbeize ist die Aufrauung ein Problem (Abhilfe durch Vorwässern aber nur im handwerklichen Bereich).

Lacksysteme**Nitrozelluloselack CN Lack**

Typ physikalisch trocknender Lack. Bestandteile : Nitrozellulose – Harze – Weichmacher – Additive
ca. 80 % org. Lösemittel.

Vergleich VOC WERTE g/l n. DIN ISO11890/1

Lacktype	LM-Gehalt	Wasser	Festkörpergehalt	Dichte	VOC WERT g/l
	in %	in %	in %		
Standardtypen lösemittelhaltig					
Beize wässrig		95	5	1,00	
Beize Ismhaltig	95		5	0,80	760
	70	25	5	0,85	595
	30	65	5	0,90	270
NC-Lack farblos	75		25	0,90	675
PUR-Lack farblos	70		30	0,90	630
Verdünnung	100		0	0,85	850
Standardtypen wasserverdünnbar					
Wasserlack konv.	7	65	28	1,00	70
Wasserlack UV	5	60	35	1,00	50
Wasserlack 2K	9	60	31	1,00	90
Emissionsarme Lacksysteme					
Beize wässrig		95	5	1,00	0
Beize Ismhaltig	30	65	5	0,95	285
PUR medium solid farbl. / pigm.	50		50	0,95	475
UPE Walzlack UV	2		98	1,00	20
UPE Spachtel UV	0		100	1,30	0
Wasserlack konv.	7	65	28	1,00	70
Wasserlack UV	5	60	35	1,00	50
Wasserlack 2K PUR	9	61	30	1,00	90
MIXSYSTEME mit verschiedenen LÖSEMittelGEHALTEN					
SYSTEM 1	85		15	0,85	722,5
SYSTEM 2	75		25	0,90	675
SYSTEM 3	65		35	0,90	585
SYSTEM 4	50		50	0,90	450

Der Gehalt an Feststoff ist begrenzt und die Reduzierung von org. Lösemitteln kaum möglich.

Polyurethanlacke PUR Lack

Typ Physikalisch-chemisch härtend, 2 Komponentensystem.
Lösemittel org. Lösemittel oder Wasser.

Bei der chemischen Reaktion handelt es sich um eine Additionsreaktion; es werden keine Spaltprodukte freigesetzt. Da das System chemisch aushärtet und dadurch die Grundierung nicht mehr anlöst (wie z. B. bei Nitrolack) kommt man mit geringeren aus. Bei der Lackierung muss das Material mit dem Härter im entsprechenden Verhältnis vermischt werden. In der Regel sind es ganzzahlige Verhältnisse.

1:1 - 1:2 – 1:5 - 1:10

Bei gebleichten Hölzern und bei sehr hellen Hölzern z. B. Ahorn müssen peroxid-feste und lichtbeständige Härter verwendet werden.

PUR Lacke sind die idealen Isoliermaterialien für schwierige Hölzer. Klimawechselbeständigkeit sehr gut. Durch Mengenreduzierung ist Lösemittelsparung möglich

2*120 g/m ² CN Lack	➔	180 g/m ² Lösemittel
2 *80 g/m ² PUR Lack	➔	120g/m ² Lösemittel

Neben dem klassischen lösemittelhaltigen PUR-Lacksystemen verfügt man heute auch über wasser verdünnbare PUR-Lacke.

Die chemische Reaktion ist gleich ,wie bei lösemittelhaltigen Produkten.

Um Unsicherheiten beim Untermischen zu vermeiden können, 2-Komponentendosiergeräte eingesetzt werden. Die Formaldehydausgleichskonzentration wird deutlich verbessert.

Polyester Lacksysteme / ungesättigte UP-Lacke

Bei diesen Lacksystemen handelt es sich um eine Gruppe von Lacken, die zur Gruppe der chemisch aushärtenden Beschichtungsmaterialien gehören. Die Härtung ist eine Polymerisationsreaktion die keine Abspaltprodukte freisetzt (Ausnahme UV-härtende ungesättigte UP-Lacke). Die Lösungsmittel, die zur Verarbeitung verwendet werden, sind multifunktionelle Lösemittel, die während des Härtungsprozesses zum größten Teil in den Polymerenverbund mit einpolymerisiert werden. Die übliche Härtungsreaktion wird durch den sog. Härter der katalytisch wirkt org. Peroxide und den Beschleuniger metallorg. Verbindung ausgelöst. Die Härtung kann durch Temperatur beschleunigt werden. Die Härtung kann aber auch durch energiereiche Strahlung

	Infrarot	verschiedene Wellenlängen IR
oder	Ultraviolett	verschiedene Wellenlängen UV

ausgelöst werden. Dadurch kann auf org. Peroxid verzichtet werden.

Unter dem Begriff ungesättigte Polyesterlacke werden die verschiedensten Typen eingesetzt

- a) **Dickschichtpolyester farblos paraffinhaltig**
- b) **Dickschichtpolyester pigmentiert paraffinhaltig/-frei – IR-härtend**
- c) **Polyestermattinen paraffinfrei für offenporige Anwendung konventionell härtend org. Peroxid-Beschleuniger**
- d) **Polyestermattinen für offenporige Beschichtung paraffinfrei – UV-härtend lösemittelhaltig**
- e) **Polyestermattinen für offenporige Beschichtung paraffinfrei – UV-härtend wasser verdünnbar**
- f) **Walzlacke UV-härtend**

Die konventionelle Härtungsmethode für Dickschichtsysteme

Stammlack Härter (Zusatzlack) Beschleuniger
--

im entsprechenden Mischungsverhältnis hat nur eine Verarbeitungstemperatur von ca. 10 – 25 Minuten. Zur Verarbeitung im industriellen Bereich werden deshalb entsprechende Dosiergeräte eingesetzt

**Stammlack + Beschleuniger
+ Härter (Zusatzlack)**

Für den Einsatz flächiger Teile werden für das Gießverfahren 2 Kopf-Gießmaschinen verwendet.

- 1. Gießkopf Stammlack + Beschleuniger**
- 2. Gießkopf Stammlack + org. Peroxid**

Gearbeitet wird im Nass-in-Nass-Verfahren. Dabei können große Mengen Lack/m² verarbeitet werden. Voraussetzung sind gießfähige Teile die für Trocknung und Härtung aber waagrecht gelagert werden müssen. Der Polymerisationsprozess wird durch Luftsauerstoff inhibiert, deshalb enthält der Dickschichtpolyester in geringen Mengen gelöstes Paraffin – während der Härtung schwimmt das Paraffin an die Oberfläche des flüssigen Lackfilms und deckt den Lackfilm gegen den Luftsauerstoff ab.

Ungesättigte Polyesterlacke enthalten im Anlieferungszustand ca. 35 – 45 % multifunktionelle Lösemittel. Monostyrol oder Acrylatlösemittel. Zunächst wird ein Teil dieser Reaktivlösemittel wie übliche Lösemittel verdunsten. Aber durch die parallel einsetzende Polymerisation werden diese Lösemittel umgesetzt

Anlieferungszustand Lack	→	ca. 35 – 45 % Lösemittel
Emittiert werden aber nur		ca. 9 – 12 % Lösemittel

je nach Prozessbedingungen. Im weitesten Sinn handelt es sich hier um ein High solid Produkt emissionsarm. Polyesterlacke gehören zu den physikalischen chemischen Produkten. Zur Härtung werden auch hier organische Peroxide + metallorganische Beschleuniger verwendet. Die Produkte können auch durch UV-Strahlung gehärtet werden – dabei müssen aber die Lösemittel vor der Strahlung abgedunstet sein. Durch die gesetzliche Vorgabe zur Lösemittelreduzierung werden heute im industriellen Bereich Polyesterlacke wasserverdünnbar UV-härtend eingesetzt. Menge org. Lösemittel ca. 7 – 10 %. Dabei muss das Wasser vor der UV Strahlung vollständig entfernt / abgedunstet sein, sonst kommt es zur Fehlackierung. Wichtig sind hier die Profile – an denen i.d.R. höhere Nassfilmstärke auftreten.

Die Vorteile liegen auf der Hand

- emissionsarm, da Hauptlösemittel Wasser
- praktisch ist es ein Einkomponentenmaterial, da bis zur Härtung, durch die UV Strahlungsaggregate, keine ausgehärteten Reste auftreten. Durch das Lösemittel Wasser lässt sich der auftretende Overspray sehr gut recyceln. Abrakeinrichtung an Spritzautomaten oder bei der Verarbeitung in der sog. Lack-in-Lack-Kabine. Durch die Abfallreduzierung bzw. durch die gute Recycelmöglichkeiten werden deutlich Kosten gespart.

Spachtel- und Walzmaterialien UV-härtend. Für flache, ebene Teile die walzfähig sind bietet sich die große Gruppe der UV-Walzlacke-Spachtel an. Dabei können auch offenporige Effekte gefertigt werden. Hier wird umweltgerecht produziert

emissionsarm

abfallarm

sparsamer Materialverbrauch

hohe Oberflächen + gute Langzeitbeständigkeiten

Wirkungsgrad Lackmaterial hoch

Wirkungsgrad Applikationsaggregate hoch

Durch die Verwendung von elektrisch betriebenen Härtungsmodulen werden keine Emissionen aus der Kesselanlage frei. An- und Abfahrvorgänge entfallen. Flexible Produktionsanpassung. Dabei muss aber jeder Betrieb sein Produktionsprogramm überprüfen → Anteil an spritz-/walzfähigen Teilen.

Wasserlacke

Ziel vieler, vor allem umweltbedingter, Bemühungen war es, ein Lösemittel zum Einsatz zu bringen, das die gesetzlichen Rahmenbedingungen erfüllt. Auf der Basis vorhandener und bewährter Lackrohstoffe wurde eine Entwicklung eingeleitet, die Produkte so zu gestalten, dass sie in Wasser gelöst bzw. dispergiert werden können.

Durch die gesetzlichen Regelungen zur Reduzierung organischer Lösemittel werden Wasserlacksysteme in der Zukunft eine sehr große Bedeutung erlangen. Wasserlacke für Holz und Möbelbeschichtung enthalten ca. 7 % organische Lösemittel als Colöser.

Wasserlacksysteme Rohstoff- und Bindemittelbasis

- a) oxidativ trocknende Systeme auf der Basis natürlicher Rohstoffe (z. T. nachbehandelt)
- b) physikalisch trocknende Systeme. Hier tritt keine Vernetzung auf. Basis sind Acrylatdispersionen.
- c) physikalisch/chemisch trocknend bzw. selbstvernetzend. Urethansierte Acrylatdispersionen, evtl. Verbesserung durch Wärme (ca. 50°C).
- d) physikalisch/chemisch trocknend + zusätzl. Härter- bzw. Vernetzkomponente, i.d.R. ein Polyisocyanat. 2K-PUR-Lacksysteme. Hier handelt es sich i.d.R. um PUR-Acrylatdispersionen mit verschiedenen Variationen.
- e) physikalisch/chemisch UV-härtende Systeme/wasserverdünnbare UV-härtende Lacksysteme. Acrylkomponenten in Spezialausführung. UV-Zone erforderlich.

Wasserlackssysteme

physikalisch trocknend

Hier tritt keine Vernetzung auf. Basis sind Acrylatdispersionen

physikalisch/chemisch trocknend

selbstvernetzend

bzw.

**urethanisierte Acrylatdispersionen
evtl. Verbesserung durch Wärme (ca. 50°C)**

**physikalisch/chemisch trocknend
+ zusätzl. Härter- bzw. Vernetzerkomponente, i.d.R. ein Polyisocyanat**

2K-PUR-Lacksysteme

Hier handelt es sich i.d.R. um PUR-Acrylatdispersionen mit verschiedenen Abwandlungen

physikalisch/chemisch UV-härtende Systeme

wasserverd. UV-härtende Lacksysteme

**Acrylkomponenten in Spezialausführung
UV-Zone erforderlich**

Neben dem Einsatz im handwerklichen Bereich kommt vor allem dem industriellen Bereich in naher Zukunft eine große Bedeutung zu. Wasserlackssysteme der verschiedensten Art erfüllen auch die Forderungen zahlreicher gesetzlicher Umweltregelungen, z. B. VOC-Verordnung. Wasserlacke halten die produktbezogenen VOC-Werte g/l in jedem Fall ein. Wasser als Hauptlösemittel ist völlig anders in den physikalischen Kennzahlen im Vergleich zu org. Lösemitteln. Zum anderen reagiert Wasser mit dem Substrat Holz und Holzwerkstoff durch Dimensionsänderung, dem sog. Aufrauen. Dieser Vorgang ist abhängig von der Wassermenge/m² und der Einwirkdauer. Bei den Wasserlacken muss, bedingt durch das Hauptlösemittel Wasser, die mittlere Filmbildungstemperatur beachtet und eingehalten werden (MFT). Dabei müssen Lack und Objekt die Temperatur einhalten. Beim Unterschreiten dieser MFT kommt es zu keiner Verfilmung und das Ergebnis sind graue Flächen und Rissbildung.

Verarbeitung

1. Einhaltung der Verarbeitungstemperatur.
2. Verwendung korrosionsfester Materialien, Spritzgeräte.
3. In wasserberieselten Spritzkabinen ist die gleichzeitige Verarbeitung von lösemittelhaltigen und wasserverdünnbaren Systemen nur bei bestimmter Vorkehrung möglich.
4. Längere Trockenzeiten im Vergleich zu z. B. CN-Lack sind zu berücksichtigen.
5. Schleifbarkeit nach ca. 2 Std. RT bei 20 – 23°C möglich. Stapelbarkeit nach Trocknung über Nacht RT 20 – 23°C gegeben.
6. Applikation: streichen – rollen – walzen – gießen – spritzen. Alle Systeme auch elektrostatisch.
7. Bei strahlenhärtenden wasserverdünnbaren Systemen muss das Lösemittel vor der Strahlungszone restlos entfernt werden – es kommt sonst zu Vergrauungen und weißen Markierungen.
8. Der Zusatz von Wasser als Verdunstungsmittel muss nach Herstellerangaben erfolgen. Da Wasserlacke nur ein Hauptlösemittel enthalten und kein typisches abgestuftes Verdunstungsverhalten aufweisen, kann es bei Spritzarbeitsgängen an stehenden Flächen zu Luftabschluss kommen. Deutlich bessere Ergebnisse und Verarbeitung bei Verwendung von Spritzaggregaten die Lack und Spritzluft erwärmen.
9. Beschichtungsobjekte müssen vor der Lackierung sorgfältig gereinigt werden.
10. 2K-PUR-Lacke wasserverdünnbar müssen sorgfältig mit Härter vermischt werden.

Bei der Verwendung von Wasserbeizen müssen die Beizen umgestellt werden. Bei UV-härtenden Wasserlacken ist die Beurteilung erst nach der Härtung möglich.

Trocknung

Es können alle üblichen Trockenaggregate verwendet werden – dabei ist der Feuchtigkeitsgehalt der Luft zu berücksichtigen. Es kommt sonst zu Trocknungsverzögerung.

60 % rel. Feuchte entsprechen bei Lufttrocknung 16 Std. Trockenzeit.

80 % rel. Feuchte entsprechen bei Lufttrocknung 24 Std. Trockenzeit.

Dabei sind die Strömungsverhältnisse über der flüssigen Lackoberfläche von sehr großer Bedeutung, z. B. Hordenwagen. Sehr nützlich sind belüftete Hordenwagen, z. B. in Handwerks- und Kleinbetrieben. Die Recycelfähigkeit ist sehr gut – Abscheide- bzw. Rückgewinnungsmöglichkeiten sind heute Standard an Spritzautomaten. Bei manuellen Spritzarbeitsgängen kann der Oversprayverlust durch den Einsatz von sog. Lack-in-Lack-Kabinen stark reduziert werden. Nur möglich bei konventionell selbstvernetzenden Wasserlacken sowie UV-härtenden Wasserlacken – nicht geeignet für 2K-PUR-Wasserlacke.

Wasserlacke und deren Lagerung unterliegen nicht den VbF-Vorschriften.

Insgesamt reduziert sich das Gefahrenpotenzial betr. Brennbarkeit und Explosionsfähigkeit auf Null. Bei Spritzarbeitsgängen gelten aber die Anforderungen der Berufsgenossenschaften betr. Spritzverarbeitung. Bei Montage und Fertigung der Möbelteile und Innenausbauten sollte auch der Leim wasserfest sein, es können sich sonst evtl. Leimfugen markieren. Die Anfeuerung der Fläche bei sehr leuchtenden und auch bei dunklen Farbtönen ist gegenüber vorhandenen Beschichtungen mit lösemittelhaltigen Lacke geringer. Getrocknete Wasserlacke egalisieren die Flächen zum Teil.

Holzinhaltstoffe können die Trocknung und Haftung beeinflussen. Holzfarbstoffe können sich durch das Lösemittel Wasser lösen und beim Spritzen an senkrechten Flächen Störungen geben.

Reduzierungsplan für Anlagen 9.1, dabei gilt der Wert der Zielemission als eingehalten, wenn Lackprodukte mit definierten **VOC-Werten g/l** eingesetzt werden.

A) für ebene, plane Flächen	250 g/l
B) für sonstige Teile	450 g/l
C) beizen	300 g/l

Die Berechnungsformel ist zu beachten.

Eine einfache Möglichkeit zur Abschätzung der Lösemittelmenge / Jahr kann wie folgt vorgenommen werden:

Lackmenge in kg * 0,7 = Lösemittelmenge in kg/Jahr.

Wenn der Wert dieser Abschätzung eine Lösemittelmenge von 4.800 – 5.200 kg ergibt, muss in jedem Fall genau ermittelt werden (unter Abzug der Lösemittelmengen aus zurückgegebenen Lackmaterialien und den Lösemittelmengen aus Abfällen). Die Daten des Lösemittelgehaltes können aus Sicherheitsdaten / Produktdatenblättern entnommen werden. Erst danach kann durch Substitution der Lacksysteme oder Lackauftragsverfahren eine evt. Umstellung erfolgen.

Emissionsarme Lacksysteme

Lacktypen	Lösemittelgehalt %	Wassergehalt %
BEIZE wässrig		90 – 95
BEIZE lösemittelhaltig	30	60 – 70
PUR Lack medium solid farblos / pigm.	40 – 50	
UPE Walzlack UV-härtend	0 – 2	
UPE Spachtel UV-härtend	0	
Wasserlack konventionell trocknend	5 – 7	60 – 65
Wasserlack UV-härtend	2	58 – 60
Wasserlack PUR 2K	9	61
SPEZIAL LACKE		
Basis natürliche Rohstoffe		
Hartöl farblos	39	
Heißspitzöl farblos	0	
WACHSE		
Hartwachs farblos	15	
Heißspritzwachs farblos	0	
Spezialfüller farblos	0	70

Emissionsarme Lacksysteme

Lacktype	LM-Gehalt in %	Wasser in %	Festkörpergehalt in %	Dichte	Wirkungsgrad Bezug org. Lösemittel in %
Beize wässrig		95	5	1,00	95
Kombibeize	30	65	5	0,90	65
Standardtypen wasserverdünnbar					
Wasserlack konv.	7	65	28	1,00	65
Wasserlack UV	5	60	35	1,00	60
Wasserlack 2K	9	60	31	1,00	60
Emissionsarme Lacksysteme					
Beize wässrig		95	5	1,00	95
Beize Ismhaltig	30	65	5	0,95	65
PUR medium solid farbl. / pigm.	50		50	0,95	50
UPE Walzlack UV	2		98	1,00	98
UPE Spachtel UV	0		100	1,30	100
Wasserlack konv.	7	65	28	1,00	65
Wasserlack UV	5	60	35	1,00	60
Wasserlack 2K PUR	9	61	30	1,00	61
Speziallacke					
Basis natürl.Rohstoffe					
Hartöl farblos	39		61	1,00	61
Heißspritzöl farblos	0		100	1,00	100
Hartwachs farblos	15		85	1,00	85
Heißspritzwachs farblos	0		100	1,00	100
Spezialfüller farblos	0	70	30	1,00	70

Vorhandene Lackier- und Trockeneinrichtung

- a) Spritzkabine, 3 m Arbeitsbreite, 10.000 m³/h BB → 20°C 9317 m³/h
- b) Hordenwagenanlage

Spritzen	10.000 m³/h BB	→ 20°C	9317 m³/h
Abdunstwand	5.000 m³/h BB	→ 20°C	4658 m³/h
Abdunstzone	5.000 m³/h BB	→ 20°C	4658 m³/h
Trockenzone	5.000 m³/h BB	→ 40°C	4361 m³/h
Kühlzone	nicht anrechenbar		
			22.994 m³/h


Da nach dem VOC Verordnungsentwurf derartige Zonen und Aggregate zu den Emissionen gefasst, aber unbehandelt zuzuordnen sind, gehören diese Abgase der Aggregate zu den diffusen Emissionen.


Substitution von Lacksystemen/ Teilsubstitution

IST-ZUSTAND

Lacktype	Menge kg/Jahr	Lösemittel in %	Lösemittelmenge kg/Jahr
PUR-LACK	25.000	70	17.500
Verdünnung	3.000	100	3.000

Anlage muss da >15000 kg/Jahr Grenzwerte einhalten

10.500 kg C /Jahr  5,97 kg C /Std.

 64.200 m³/Std. **Luftleistung**

Da es sich zu 50 % um glatte walzfähige Teile handelt kann ein Teil des PUR-Lackes durch UV-Walzlack ersetzt werden.

Dadurch wird auch der Verdünnungsanteil um 50 % reduziert.

NEUZUSTAND

Lacktype	Menge kg/Jahr	Lösemittel in %	Lösemittelmenge kg/Jahr
PUR-LACK	12.500	70	8.750
Verdünnung	1.500	100	1.500
UV-Walzlack	3.000	2	60

Lösemittelmenge 10.310 kg/Jahr. Grenzwerte müssen ,da < 15.000 kg/Jahr Lösemittel nicht eingehalten werden.

BESCHICHTUNGSBEISPIELE

	GESAMTMENGE in g/m ²	LÖSEMITTELMENGE in g/m ²	ABFÄLLE nicht verwertbar g/m ²	LÖSEMITTELANTEIL in %
BEISPIEL 1 IST-ZUSTAND lösemittelhaltig				
ISOLIERUNG + HÄRTER	120	96		80
FÜLLER / FARBLACK (UPE - PUR)	350	123		35
DECKLACK	120	60		
GESAMTAUFBAU	590	279	230	
BEISPIEL 2 wasserverdünnbar				
ISOLIERUNG + HÄRTER wasserverdünnbar	120	12		10
FÜLLER / FARBLACK (UPE - PUR) wasserverdünnbar	350	15		4,5
DECKLACK wasserverdünnbar	120	12		12
GESAMTAUFBAU	590	39	50 – 100	
BEISPIEL 3 MISCHAUFBAU				
ISOLIERUNG + HÄRTER wasserverdünnbar	120	12		10
FÜLLER / FARBLACK (UPE - LACK) wasserverdünnbar	350	15		4,5
DECKLACK lösemittelhaltig	120	60		50
GESAMTAUFBAU	590	87	100 – 150	

Materialübersicht UV härtende Lacksysteme

Type	Lösemittelgehalt	Wassergehalt
Walzgrundierung	2 %	
Walzdecklack	5 %	
Spritzlack lösemittelhaltig	65 %	
Spritzlack wasserverdünnbar	5 %	60 %

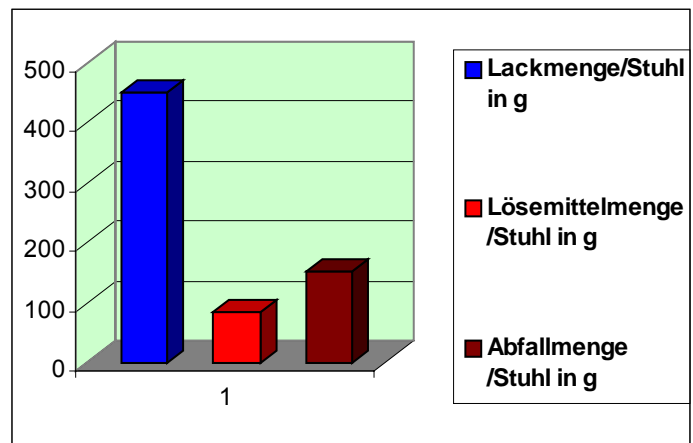
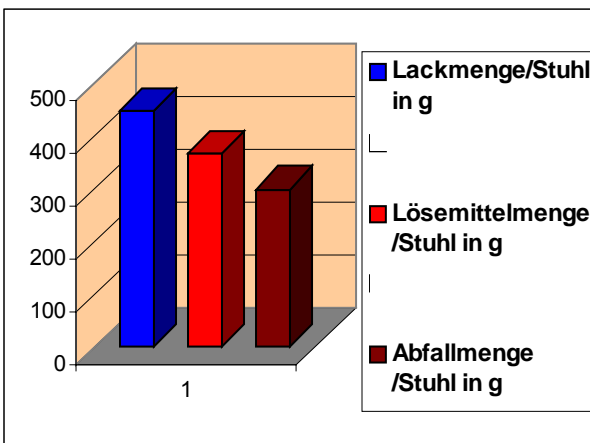
VERGLEICH der SYSTEME

I S T

Lackmenge/Stuhl in g	450
Lösemittelmenge /Stuhl in g	368
Abfallmenge /Stuhl in g	300

N E U

Lackmenge/Stuhl in g	450
Lösemittelmenge /Stuhl in g	85
Abfallmenge /Stuhl in g	150



Pulverlacke

Neben den klassischen flüssigen Beschichtungsmaterialien werden auch im Bereich der Holzwerkstoffe Pulverlacke eingesetzt.

Pulverlacke sind lösemittelfrei und liegen in Form von festen pulverförmigen Zustand vor. Der Auftrag erfolgt durch elektrostatische Spritzaggregate.

Chemische Basis sind z. B Polyester/Epoxisysteme, reine Epoxisysteme, Polyester/Polyisocyanat.

Die Härtung erfolgt in der Regel bei Temperaturen von ca. 180 – 200 °C.

Für die Verarbeitung auf Holz und Holzwerkstoffen gibt es aber auch Pulverlacktypen, die bei 120 – 140°C aushärten. NT Niedrigtemperaturpulver.

Eine interessante Entwicklung stellen die strahlenhärtenden Pulverlacktypen dar.

Nach dem Auftragen des Pulverlackes läuft zunächst

die Schmelzphase

anschließend

die Härtungsphase (z. B. UV Strahlung)

ab.

Zwischen Schmelzphase und Aushärtungsphase kann das Problem der Ausgasung von Luft aus den Poren grobporiger Hölzer oder Kantenbereiche von MDF-Platten aus dem flüssigen Lackfilm gesteuert werden

Die Verwendung von Pulverlacken setzt andere Prozessbedingungen voraus:

Spritzauftrag – Aufschmelzaggregate – Härtungsaggregate

Pulverlacke haben als Pulver einen Feststoffgehalt von 98 %. Bei Verwendung von Spritzkabinen mit Rückgewinnungsaggregaten erreicht man einen Gesamt-Wirkungsgrad von 90 – 95 %.

Pulverlacke gibt es in vielen Farbtönen, sowie in farbloser Einstellung.

Praxisbeispiel zur Anwendung emissionsarmer Beschichtungsstoffe: Errichtung einer Anlage zur lösemittelfreien Treppenlackierung

Wolfgang Geiselbrecht, Fa. Bauer Treppenbau GmbH

1 Firmenprofil

Wir sind ein Treppenbau und Innenausbau Betrieb.

Die Anlage verwenden wir überwiegend zum Lackieren der Treppen.

Unsere Jahresproduktion sind ca. 1:000 Geschoss Treppen.

Dafür verwenden wir einen 100 % UV-Lack. Dieser enthält keinerlei Lösemittel.

2 Herkömmliche Lackiertechnik

Bauer Treppenbau GmbH & Bauer Komplettausbau GmbH In Cadolzburg

Beispiel zur Umstellung auf ein lösemittelfreies Verfahren: UV-Lackierung von Treppen

Alter Zustand:

- Grundierung mit einem lösemittelhaltigen Lack (ca. 70%) der an ein Hängefördersystem gehängten Holzteile in einer Spritzkabine
- Trocknung (3 Stunden) mit erwärmter Luft
- Abhängen der Teile zum Zwischenschliff mit kleinen Handmaschinen

Bauer Treppenbau GmbH & Bauer Komplettausbau GmbH In Cadolzburg

- Lackierung der Teile mit Decklack – Oberseiten erhalten 3 Aufträge; Trockenzeit 12 Stunden
- Endmontage der Teile
- Lackauftrag mit Spritzpistole: -> Overspray von ca. 60%; Entsorgung des Oversprays
- Handauftrag war sehr zeitaufwändig:
-> 1 Mitarbeiter benötigt z.B. für eine Treppe lackieren 2-3 Stunden

Fachtagung des LfU zum Vollzug der 31. BImSchV "Holzbeschichtung"

2

Herr Wolfgang Geiselbrecht
21.06.05

Die Werkstücke wurden bisher an ein Hängefördersystem gehängt, manuell vor eine Spritzkabine gezogen und dort mit einem Lösemittel-Lack grundiert. Danach wurden die Teile zum Trocknen weitergeschoben, wo sie mit erwärmter Luft beaufschlagt wurden, um die organischen Lösemittel aus dem Lack herauszutreiben. Dort mussten sie ca. 3 Stunden verbleiben, bis ein Zwischenschliff erfolgen konnte. Zu diesem Zweck mussten die Bauteile abgehängt und mittels kleiner Handmaschinen manuell geschliffen werden. Abschließend wurden alle Bauteile nochmals mit einem Decklack lackiert, wobei die Oberseiten der Trittstufen drei Aufträge mit dem Decklack erhalten. Nach einer Trockenzeit von weiteren 12 Stunden war der Lack soweit ausgehärtet, dass die Bauteile für die Endmontage bereitgestellt werden konnten.

Die bei diesem Verfahren erreichbare maximale Lackauftragsmenge je Spritzgang beträgt ca. 120 g/m², so dass bei drei Lackaufträgen auf der Oberseite der Trittstufen eine fertige Lackschichtdicke von ca. 90 µm erreicht wird. Unsere Erfahrung, gestützt durch aktuelle Durchriebversuche bei Lacken, bestätigt, dass diese Lackschichtdicke mindestens erreicht werden muss, damit ein ausreichend guter Schutz für die hoch beanspruchten Trittstufen und Handläufe erreicht werden kann. Die mechanischen Eigenschaften der üblichen Lacke lassen keine geringeren Lackschichtdicken zu, wenn eine bestimmte Qualität erreicht werden soll.

Der Festkörperanteil eines Beschichtungsstoffes ist maßgeblich für die Beschichtungsstärke.. Der Festkörperanteil der herkömmlichen Lacke beträgt ca. 30 % oder umgekehrt ausgedrückt beträgt der Lösemittelanteil ca. 70 %.

Das beim Spritzen entstehende Overspray beträgt, wegen der ungünstigen Geometrie der einzelnen Bauteile, ca. 60 % der eingesetzten Lackmenge. Dieser kann für das Lackieren nicht wieder eingesetzt werden, sondern musste durch wöchentliche Reinigungen des Spritzstandes zunächst zusammengetragen und dann entsorgt werden.

3 Anlage zur lösemittelfreien Treppenlackierung (UV-Lackierung)

Bauer Treppenbau GmbH & Bauer Komplettausbau GmbH In Cadolzburg

Neues Konzept:

- Lackierung der Treppenbauteile in einer geschlossenen Anlage
- Vollflächige Auslegung der Teile auf ein Förderband zur Minimierung der Overspraymenge (Bild 9)
- Automatischer Feinschliff mittels einer Schleifbürste
- Am Einlauf der Spritzkabine werden die Bauteile mittels einer Lichtschranke hinsichtlich ihrer Lage so vermessen, dass die über das Förderband verfahrenende Spritzpistole erst 5 cm vor dem Treppenbauteil den Spritzvorgang auslöst
-> Minimierung des Oversprays

Das Verfahren, das wir einsetzen, sieht vor, dass die Treppenbauteile in einer geschlossenen Anlage lackiert werden. Dazu werden sie auf ein Förderband ausgelegt, erhalten zunächst einen abschließenden Feinschliff mittels einer Schleifbürste, werden in einer Spritzkabine mit einem neu entwickelten 100 %-Lack lackiert. Die Lackaushärtung erfolgt durch UV-Licht in einem separaten Härterkanal und benötigt – abhängig von der Schichtdicke – ca. 5 Sekunden.



Arbeitsablauf:

- Die Treppenbauteile werden auf dem Auflegeband möglichst vollflächig ausgelegt, damit nur ein sehr geringe Menge Overspray entstehen kann. Die ungünstige Geometrie der einzelnen Bauteile (dreieckige Trittstufen) kann somit gegenüber einer Einzellackierung weitestgehend ausgeglichen werden.
- Mit den neu entwickelten Schleifbürsten – Lamellenbürsten – werden in einem abschließenden Feinschliff die aufstehenden Fasern der Holzporen abrasiert, um so die Holzoberfläche optimal für eine Lackierung vorzubereiten. Die Schleifbürsten zeichnen sich durch ein exzellentes Schleifergebnis und sehr hohe Standzeiten aus.

Die Schleifbürsten werden im zweiten Durchlauf der Treppenbauteile ebenfalls eingesetzt, um den Zwischenschliff durchführen zu können. Damit entfallen aufwendige Handarbeiten.

Am Einlauf der Spritzkabine werden die Bauteile mittels einer Lichtschranke hinsichtlich ihrer Lage so vermessen, dass die über das Förderband fahrende Spritzpistole erst 5 cm vor dem Treppenbauteil den Spritzvorgang auslöst. Damit wird ein weiterer Beitrag zur Minimierung des Overspray geleistet.



- In der Spritzkabine sind verschiedene Einrichtungen vorgesehen, die eine Reduzierung von Materialeinsatz und Abfall vorsehen.

Die Lackauftragsmenge kann eingestellt werden, so dass eine genau definierte Menge Lack auf die Bauteile aufgetragen wird. Damit ist es möglich, dass mit nur zwei Durchläufen je Seite die von der Gebrauchsqualität geforderte Lackschichtdicke von $\geq 90 \mu$ erreicht werden kann (das entspricht $2 \times \text{ca. } 40 \text{gr./m}^2$ Lack). Ein dritter Durchlauf auf der Oberseite der Trittstufen kann somit komplett entfallen.

Durch eine Umluft-Technik in der Spritzkabine wird die Abluftmenge reduziert, die insbesondere an kalten Tagen zunächst auf mindestens 20°C erwärmt werden muss. Erhebliche Heizenergieeinsparungen werden erreicht.

Bauer Treppenbau GmbH & Bauer Komplettausbau GmbH In Cadolzburg

- Lackauftragsmenge kann auf eine genau definierte Menge Lack eingestellt werden
 - > mit nur 2 Durchläufen je Seite kann die geforderte Lackschichtdicke von $\geq 90 \mu$ erreicht werden
 - > 3. Durchgang entfällt
 - > gleichbleibende Qualität der Treppenbauteile
- Reduzierung Abluftmenge durch Umluft-Technik in der Spritzkabine (Bild 3)
- Erhebliche Heizenergieeinsparung
- Anfallendes Overspray wird auf das Förderband der Spritzkabine gespritzt und am Ausgang der Kabine abgerakelt. Der aufgefangene Lack kann der Produktion wieder zugeführt werden:
 - > Reduzierung des Oversprays um bis zu 90%

Fachtagung des LfU zum Vollzug der 31. BImSchV "Holzbeschichtung"

4

Herr Wolfgang Geiselbrecht
21.06.05



Das dennoch im geringem Umfang entstehende Overspray wird auf das Förderband der Spritzkabine gespritzt und am Ausgang der Spritzkabine abgerakelt. Der dabei aufgefangene Lack kann der Produktion wieder zugeführt werden. Mit diesem Verfahren kann das Overspray um bis zu 90 % reduziert werden. Unterhalb der Anlage ist gleichzeitig eine Reinigungsvorrichtung, wo die noch verschmutzten Edelstahlbänder gesäubert werden, die Reinigungsflüssigkeit ist Spülmittel auf Wasserbasis.

Erhebliche Einsparungen beim Materialeinsatz und bei der Entsorgung des Lackstaubes werden hier erreicht. Gleichzeitig verringert sich die Menge der zu entsorgenden Filtersysteme.

Bauer Treppenbau GmbH & Bauer Komplettausbau GmbH In Cadolzburg

- Erhebliche Einsparungen am Materialeinsatz und bei der Entsorgung des Lackstaubs; **(Bild 6)**
- Verringerung der zu entsorgenden Filtersysteme
- Hartöl zum Schutz des Holzes kann in der gleichen Spritzkabine aufgetragen werden: **(Bild 5)**
- manueller Auftrag mittels Lappen entfällt

Fachtagung des LfU zum Vollzug der 31. BImSchV "Holzbeschichtung"

5

Herr Wolfgang Geiselbrecht
21.06.05

In einem zweiten Farbkreislauf kann in der gleichen Spritzkabine ein Hartöl gespritzt werden. Aus Praxisversuchen wurde ermittelt, dass lediglich eine Auftragsmenge von ca. 4 g/m² aufgebracht werden muss, um einen sehr guten Schutz der Holzoberflächen zu erreichen. Somit können sowohl der Verbrauch als auch die Entsorgung der Reste auf ein Minimum reduziert werden. Die sehr zeitintensive, manuelle Arbeit des Auftrags dieser Hartöle mit einem Lappen entfällt.



- Die hinter der Spritzkabine angeordnete Bürste mit Sisal- und Lederbesatz treibt das aufgespritzte Hartöl in die Holzporen. Im Gegensatz zum konventionellen Lack baut sich bei Hartöl keine messbare Schicht auf der Oberfläche auf, sondern die Schutzfunktion wird erreicht, wenn eine entsprechende Eindringtiefe in der Holzoberfläche hergestellt ist. Erst durch dieses Eintreiben wird ein ausreichender Schutz für die Holzoberfläche gegen mechanische und chemische Beanspruchungen hergestellt. In dem vorgesehenen Anlagenkonzept wird das im manuellen Verfahren an dieser Stelle nötige Einreiben mit einer Handbürste mechanisiert.
- Wir verwenden für die Lackierung ein komplett neu entwickeltes 100 %-Lackmaterial, welches keinerlei Lösemittel oder Wasser enthält. Bisher übliche Lacke enthalten etwa 70 % Wasser oder organische Lösemittel, damit eine Verarbeitung mittels Spritzverfahren überhaupt möglich ist. Dieses muss vor der Aushärtung des Lackes zunächst entfernt werden, wozu bei Lackieranlagen üblicherweise sehr viel Energie eingesetzt werden muss.
- Außerdem muss für das Abdunsten mit den üblichen Techniken eine Zeitspanne von 10 bis 15 Minuten vorgesehen werden, welche sich nachteilig auf die Vorschubgeschwindigkeit und Länge einer Lackieranlage auswirken. Kleine Vorschubgeschwindigkeiten – üblich sind heute 2 bis 4 m/min – bedeuten kleinere Mengendurchsätze. Lange Abdunststrecken bedeuten Verbrauch von viel Produktionsfläche und hohe Investitionskosten für die dazu notwendigen Anlagentechnik. Mit dem Einsatz des neu entwickelten 100 %-Lackmaterials entfällt das Abdunsten komplett, so dass Vorschubgeschwindigkeiten bis 10 m/min bei geringstem Platzbedarf möglich sind. – 21 Meter –

Bauer Treppenbau GmbH & Bauer Komplettausbau GmbH In Cadolzburg

- Einsatz von sog. 100%-Lackiermaterial, das keinerlei Lösemittel oder Wasser enthält; Aushärtung des Lacks unter UV-Licht in einem separaten Härtingkanal; Reaktionszeiten: ca. 5 Sekunden:
 - > kein Abdunsten erforderlich
 - > hohe Vorschubgeschwindigkeiten erreichbar (bis 10 m/min);
 - > keine Emissionen an Lösemittel
 - > Oberflächen weisen höhere mechanische Eigenschaften auf gegenüber konventionell trocknenden Lacken
 - > Durchlaufzeit reduziert sich von früher ca. 15 Stunden auf ca. 2 Stunden
 - > Durch geschlossenes Lackiersystem und 100%Lack erhebliche Verringerung der Belastung der Arbeitnehmer **(Bild 8)**

- Die Aushärtung des Lackes erfolgt unter UV-Licht in einem separaten Härtingkanal. Diese Art der Lackaushärtung basiert auf einer chemischen Reaktion, bei der die Polymerisation durch Photoinitiatoren ausgelöst wird, welche das UV-Licht absorbieren und durch Zerfall in hochreaktive Spaltprodukte eine Kettenreaktion auslösen. Diese Härtung ist ein nahezu emissionsfreies Verfahren, da alle beteiligten Materialien in den Lackfilm eingebunden sind. Die Reaktionszeiten liegen je nach Lackauftragsmenge im Bereich von ca. 5 Sekunden.



Das neue, in der Parkettindustrie entwickelte Hartöl verhält sich unter UV-Licht ähnlich wie die Kunststofflacke.



Einreibemaschine, das den Ölauftrag gleichmäßig einreibt

Durch dieses Härtungsverfahren werden Oberflächen erzeugt, welche erheblich höhere mechanische Eigenschaften aufweisen als bei konventionell trocknenden Lacken. Auch der Widerstand gegenüber chemischer Beanspruchung durch den Benutzer einer Treppe wird erheblich verbessert. Nahezu alle konventionell trocknenden wasserlöslichen Lacke werden durch z. B. Handcreme zerstört.

Vorteile:

Die produktionstechnischen Vorteile liegen zum einen in dem geschlossenen Kreislauf, bei dem eine Beschädigung der Oberfläche durch Staub und Berührung ausgeschlossen werden kann und zum anderen in der drastischen Reduzierung der Trockenzeiten, verbunden mit der Mechanisierung manueller Tätigkeiten. Die Auftragsmenge des Beschichtungsmaterials kann exakt definiert und somit eine gleichbleibende Qualität der Schutzfunktion des Holzes erreicht werden. Gleichzeitig werden die Verbrauchsmengen an Lack und Hartöl je Treppengeschoss erheblich reduziert und somit die zwangsläufig dabei entstehenden und zu entsorgenden Abfälle. Der Einsatz eines neu entwickelten 100 %-Lackmaterials wird durch die Anlagentechnik möglich, da dieses Lackmaterial ausschließlich unter UV-Licht aushärtet. Gleichzeitig werden durch den Einsatz dieses Lackmaterials die Lösemittlemissionen komplett vermieden und eine bessere Qualität bei den Treppenbauteilen erreicht.

Die Ablauforganisation in der Produktion wird erheblich vereinfacht, weil die Durchlaufzeiten bei der Oberflächenbearbeitung drastisch reduziert werden. Mit dem derzeitigen Arbeitsverfahren waren mindestens 2 Tage einzuplanen und mit der Lackieranlage sind lediglich 6 Stunden – je 2 Mitarbeiter – vorzusehen. Dies erlangt deshalb so große Bedeutung, weil die Oberflächenbearbeitung unmittelbar vor der Auslieferung erfolgt und die Liefertreue ein wichtiges Marketingmittel ist. Weiterhin wird durch die kurze Durchlaufzeit weniger Platz benötigt und somit wird für die übrige Fertigung Platz gewonnen, welcher für die geplante Ausweitung des Umsatzes dringend benötigt wird.

Vorteile auf einen Blick

1. Auflegeband:

Sicherer und automatischer Transport mit definierten Geschwindigkeiten, ohne Berühren eines Mitarbeiters an der frisch lackierten Oberfläche. Durch die nahezu vollflächige Belegung wird der Lackverbrauch drastisch reduziert.

2. Schleifbürsten:

Eine optimale Vorbereitung des Holzuntergrundes für die Oberflächenbearbeitung. Der manuelle Arbeitsgang des Zwischenschleifen entfällt. Mitarbeiter werden durch Schleifstäube nicht belastet.

3. Spritzautomat:

Durch exakt einstellbare Lackauftragsmengen kann eine gleichbleibende Oberflächenqualität hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit gegen mechanische und chemische Einflüsse erreicht werden. Mitarbeiter werden durch Lackstäube nicht belastet. Durch ein Umluftsystem wird Wärmeenergie eingespart. Das Overspray wird aufgefangen und nahezu komplett der Produktion wieder zurückgeführt.

4. Bürsten:

Aufwändige manuelle Arbeitsschritte entfallen, die durch das Einreiben des Hartöl in die Holzporen entstehen.

5. UV-Härtung:

Durch chemische Reaktion werden stärker beanspruchbare Oberflächen erzeugt. Die Aushärtung erfolgt in wenigen Sekunden gegenüber bei konventionell trocknenden Lacken in mehreren Stunden. Die Durchlaufzeit wird von ca. 15 Stunden auf ca. 2 Stunden reduziert, so dass erheblich weniger Platzbedarf benötigt wird und Erweiterungsreserven geschaffen sind.

6. Neu entwickelte Oberflächenmaterialien:

Durch Einsatz eines 100 %-Lackmaterials kann, wegen der besseren Eigenschaften, der Lackverbrauch reduziert werden. Lösemittlemissionen werden komplett vermieden. Komplette

Einsparungen bei Investition und Energiekosten für die Abdunstzone. Die eingesetzten Hartöle können mit ca. 4 g/m² aufgetragen, mechanisch eingerieben werden und sind mittels UV-Licht härtbar.

Einsparungen

Die Berechnungen zu den Einsparungen basieren auf Herstellung von 1.000 Treppen pro Jahr.

1. Lack:

Die Einsparungen bei dem eingesetzten Lackmaterial betragen ca. 4.000 Liter – 22.000,- € – und haben verschiedene Ursachen:

- die dichte Belegung der Bauteile auf einem Band ergeben zwangsläufig kleine Zwischenräume.
- die Lichtschranke erkennt Bauteilkonturen und der Spritzvorgang wird unmittelbar vor dem Bauteil ausgelöst.
- durch die exakt zu definierende Auftragsmenge wird nur die Menge an Lack aufgetragen, die zum Erreichen unserer durch Forschung ermittelten Qualität erforderlich ist.
- der durch die zuvor genannten Maßnahmen dennoch entstehenden Overspray wird mittels einer Bandreinigung abgerakelt und der Produktion zurückgeführt.

2. Lösemittelimmission:

Die organischen Lösemittel werden bisher und gereinigt in die Umwelt abgegeben, was dem technischen Standard heutiger Anlagentechnik entspricht. Durch Einsatz eines 100 %-Lackmaterials werden keine Lösemittel eingesetzt und eine Reduktion der Lösemittelimission von ca. 7.700 Liter erreicht.

3. Energieeinsparung:

Eine gute Lackierung kann nur bei Raumtemperaturen von ca. 20° C durchgeführt werden. Die bisherige Anlagentechnik sah aus Gründen des Arbeitsschutzes den 1,5-fachen Austausch pro Stunde des Luftvolumens im Oberflächenraum vor. Dem Arbeitsschutz, Schutz des Menschen durch erhöhte Schadstoffkonzentrationen am Arbeitsplatz, kommt in einer geschlossenen Anlage ohne menschlichen Kontakt keine große Bedeutung zu, so dass bei der geplanten Anlage die eingesetzte Luft zu etwa 80 % im Umluftsystem verwandt werden kann. Bei der Wärmeenergie liegen die Einsparungen bei 150.000 bis 200.000 kWh. Durch die nicht benötigte Abdunstzone ergeben sich weitere Energieeinsparungen von ca. 170.000 kWh.

Aufstellung der Lackmenge

Bisher: DD-Lack.

- ➔ Pro Geschoss 10 Liter Lack / Lösungsmittel
- ➔ Tagesproduktion 5 Geschosse
5 x 10 Liter = **50 Liter / Tag**
(inkl. Reinigung ca. 1,5 Liter Lösungsmittel)

Jetzt: UV-Lack (ohne Lösungsmittel)

- ➔ 100 %ige Rückgewinnung!
- ➔ Pro Geschoss 3,5 Liter UV – Lack
- ➔ Tagesproduktion 5 Geschosse
5 x 3,5 Liter = 17,5 Liter / Tag
+ ca. 1 Liter Reinigung Lösungsmittel
= **18,5 Liter / Tag**

Ersparnis Pro Tag: 31,5 Liter Lack / Lösungsmittel!

4. Reduzierung der Abfallmengen:

Das bisherige Lackierverfahren bedingt eine große Menge Overspray, welches in den Filtermatten der Absaugsysteme aufgefangen wird. Die mit Lack verschmutzten Filtermatten müssen monatlich erneuert und entsorgt werden. Die Kosten für Entsorgung und Beschaffung der Filtermatten betragen ca. 4.000,- € / Jahr. Durch die fast völlige Vermeidung des zu entsorgenden Oversprays entfallen nahezu sämtliche Kosten für die Entsorgung der Filtermatten.

5. Lohnkosten:

Die Einsparungen bei den Lohnkosten entsprechen der Differenz aus dem zur Zeit getätigten und dem zu erwartenden Aufwand für die Lackierung eines Treppengeschosses. Aktuelle Zeitmessungen lassen eine Einsparung von ca. 3,5 Stunden erwarten. Weitere Einsparungen bei den Lohnkosten sind durch die Reduzierung der Krankentage zu erwarten, denn die Belastung der Mitarbeiter mit Lack- und Schleifstäuben entfällt komplett, da diese Arbeiten in geschlossenen Anlagenteilen automatisiert werden.

6. Durchlaufzeitreduzierung:

Konventionell trocknende Lacke benötigen bei einem zweimaligen Lackauftrag eine Trockenzeit von mindestens 24 Stunden, was dazu führt, dass eine entsprechend große Menge an Bauteilen für diese Zeit in den Räumen untergebracht werden müssen. Der dafür anfallende Platzbedarf kann bei einer Verkürzung der Durchlaufzeit auf ca. 6 Stunden um bis zu 50 % reduziert werden, auch weil die Bauteile, deren Oberflächenveredelung mit der Anlagentechnik hergestellt wurde, unmittelbar nach der Fertigstellung stapelbar sind. Gleichzeitig werden dadurch Kapazitätsreserven geschaffen, die für ein weiteres Wachstum der Firma benötigt werden. Gleichzeitig wird die Liefertreue besser kalkulierbar und das Image des Betriebes beim Kunden gesteigert.

Kostenaufstellung

Bauer Treppenbau GmbH & Bauer Komplettausbau GmbH In Cadolzburg

Bisher:

11 Liter Lack und Lösemittel/Treppe
= 3,85 Festkörper im Lack
= 7,65 VOC-Lösemittel -> Diffuse Emissionen ins Freie!

Jetzt:

5 Liter Lack/Treppe = 100% Festkörper
-> Keine VOC-Lösemittellemissionen
-> Ersparnis: 6,0 Liter Lack/Treppe
-> Ersparnis VOC-Emissionen bei 1000 Treppen: 7.650 l
-> Ersparnis durch Einsparung von Lackabfällen: ca. 24.830 Euro
-> Zeitersparnis: ca. 255 Stunden/Jahr -> Ersparnis: ca. 11.508 Euro

Gesamtersparnis/a: 45.000 Euro; Gesamtinvestition: 353.846 Euro

Bauer Treppenbau GmbH & Bauer Komplettausbau GmbH In Cadolzburg

Kostenvergleich

Bisher:

11 * 1000 Treppen = 11.000 Liter Lack -> 40.953 Euro
(1 l Lack = 3,72 Euro)

Jetzt:

5 * 1000 Treppen = 5.000 Liter Lack -> 46.641 Euro
(1 l Lack = 9,32 Euro)

-> Mehrkosten: 5.687 Euro

-> Dafür keine VOC-Emissionen + Wiederverwendung des
Oversprays

Fachtagung des LfU zum Vollzug der 31. BImSchV "Holzbeschichtung"

8

Herr Wolfgang Geiselbrecht
21.06.05

Lackieranlage komplett:	350.000,00 €
Ingenieurleistung u. Planung:	13.000,00 €
Elektroarbeiten:	7.500,00 €
Flaschnerarbeiten, für Absaugrohre u. a.:	4.000,00 €
Sonstige Arbeiten, die bei uns erforderlich waren: Z. B. Mauererarbeiten, Heizungsumbau-Arbeiten, Abbrucharbeiten der alten Spritzwand und Betonarbeiten:	<u>74.000,00 €</u>
Summe	<u>448.500,00 €</u>

Einsparungen

Die Einsparungen errechnen sich **pro Jahr:**

Materialkosten		22.000,00 €
Energie ca. 300.000 kWh	0,13 €	39.000,00 €
Abfallentsorgung		4.000,00 €
Lohnkosten 2.000 Std.	25,00 € / h	<u>50.000,00 €</u>
Summe		<u>115.000,00 €</u>

Nachteile (Probleme)

- ⇒ Die Anlage muss wie jede andere Maschine genau gewartet werden.
- ⇒ Die Spritzpistolen müssen nach jedem Betrieb auf Gängigkeit geprüft werden, da sie automatisch öffnen und schließen .
- ⇒ Die Schleiflamellen von der Schleifmaschine haben – hohe Einkaufskosten – ca. 1.200,00 € der Satz. Er reicht für ca. 200 Geschoss Treppen.
- ⇒ Der Lack ist sehr aggressiv. Deswegen werden die Luftschläuche angegriffen, die dann ausgetauscht werden müssen – sie wurden nach 2 Jahre getauscht.
- ⇒ UV-Lampen halten ca. 1.000 Stunden – Kosten pro Lampe 1.100,00 € – 2 Stück werden benötigt.
- ⇒ Sonst sind keine größeren Schwierigkeiten zu verzeichnen.
- ⇒ Es ist allerdings daran zu denken, dass sehr viel Druckluft benötigt wird. Dadurch muss ein Kompressor mit der entsprechenden Größe vorhanden sein – 50 m³/min.-

Ergebnis

Mit dieser UV-Lackieranlage ist ein umweltfreundliches Arbeiten möglich. Gleichzeitig hat dies positive Auswirkungen auf den Arbeitsschutz.

Die Lackiermenge / Tag hat sich erhöht; in unserem Fall bis zu 10 Geschoss Treppen.

Das bedeutet, bei einem normalen 8 Std.-Tag / 200 Tage im Jahr => 2.000 Geschoss Treppen.

Möbelteile können ebenfalls mit diesem Verfahren lackiert werden.


Auch unter Berücksichtigung der Nachteile und Probleme, die teilweise auftreten können, handelt es sich bei dieser UV-Lackieranlage um ein gelungenes Projekt, insbesondere in Bezug auf

1. die Lack-und Lösemittleinsparung und
2. Zeitersparnis.

Lackauftragsverfahren mit verbessertem Wirkungsgrad; umweltoptimierte Lackierkabinen



Thomas Schöning, Fa. Rippert Anlagentechnik GmbH & Co. KG

 RippertDaten & Fakten	
Firma, Sitz	Rippert Anlagentechnik GmbH & Co. KG Am Hanewinkel 20-28, D-33 442 Herzebrock-Clarholz
Das Unternehmen	Gründung: 1966 als Familienunternehmen durch Paul Rippert Geschäftsführender Gesellschafter: Thomas Rippert Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter: 220 Jahresumsatz: 30 Mio € Büro- und Hallenflächen: 16.000 qm
Geschäftsfelder	Oberflächentechnik, Entstaubungstechnik, Ventilatoren
Weitere Standorte	Rippert Vertrieb u. Service, Süddeutschland, Stuttgart Rippert Anlagentechnik GmbH, A - Hofkirchen in Kärnten
Produkte	Ventilatoren, Entstaubungsanlagen, Rohrleitungen Vorbehandlung, Oberflächenbeschichtung, Lackrecycling, Trocknung, Farbnebelabsaugung, Lufttechnik, Fördertechnik, Prozesssicherung



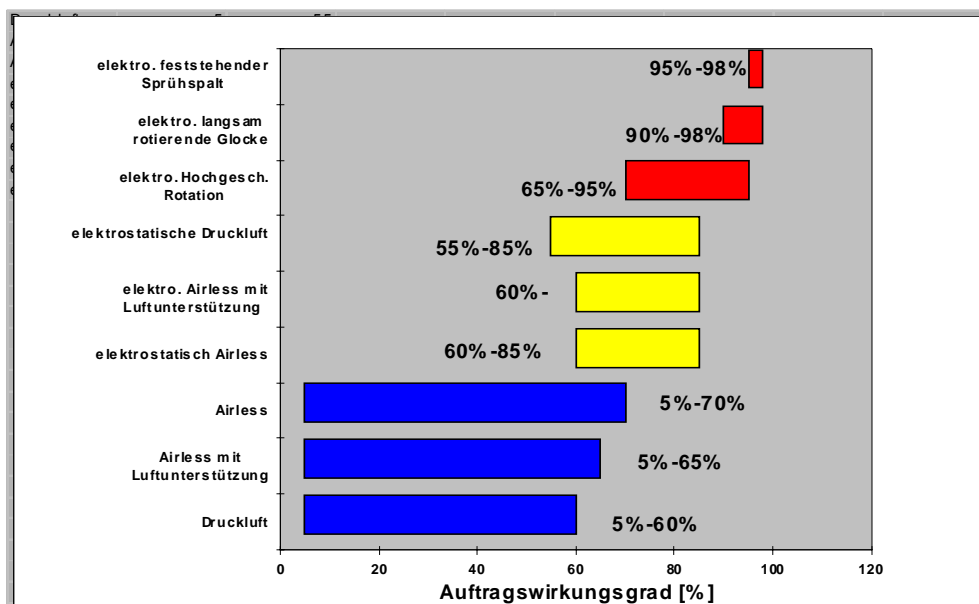
RippertInhalt

Lackauftragsverfahren mit verbessertem Wirkungsgrad; Umweltoptimierte Lackierkabinen

- Vorstellung Applikationstechnologien
- Vorstellung Trocknungsverfahren
 - Konvektionstrocknung
 - DRYAIR-Verfahren
 - Strahlungstrocknung
- Spritzkabinentechnologie
 - Trockenspritzanlagen
 - Naßspritzanlagen
 - Recyclingsanlagen

RippertApplikation

Auftragswirkungsgrad verschiedener Spritz- und Sprühverfahren in der Abhängigkeit der Werkstückgeometrie



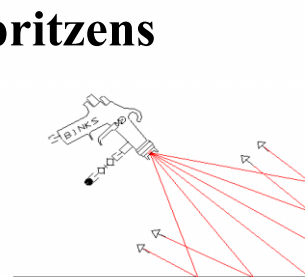
Wesentliche Vorteile des Luftspritzens

- Fast alle Materialien lassen sich durch Düsen- und Luftkappen Kombinationen zu einer homogenen und qualitativ besten Oberfläche zerstäuben
- Fast alle Objekte, verwinkelt, vertieft, verkantet, also auch schwierigste Formgebungen bestens beschichtet werden
- Durch Düsenwahl, Luft- und Mengenregulierungen kann die Spritzmenge und der Spritzstrahl bestimmt werden zur Erzielung optimalster Beschichtungen - ohne Läuferbildung
- Durch Kreuzgang-Spritzen sind auch höhere Schichtdicken erzielbar

universell anwendbar

Wesentliche Nachteile des Luftspritzens

- Luftzerstäubung verursacht Spritznebel, da die Spritz- oder Zerstäuberluft nur als Träger dient, vom Objekt zurückprallt und einen Teil der feinen Materialtröpfchen wieder mit zurück nimmt
- Je nach erforderlicher Arbeitsleistung und der erforderlichlich zu erzielender Schichtdicken kann die Arbeitsgeschwindigkeit zu gering sein
- Dickschichten in einem Arbeitsgang sind schwerlich aufzutragen, da das Spritzgut entsprechend der Tröpfchengröße und der zu erzielender Oberflächenqualität eine bestimmte und eingestellte Spritzviskosität benötigt.
(Nur durch Kreuzspritzgänge sind teilweise dann höhere Schichtdicken erzielbar)



HVLP + TransTech

Technologien zur Erhöhung des Auftragswirkungsgrades bei der Luftzerstäubung

Anwendung wie beim konventionellen Luftspritzen, allerdings ist der Luftzerstäubungsdruck anders.

<u>Vergleich:</u>	<u>konventionelles Luftspritzen</u>	<u>HVLP Luftspritzen</u>	<u>TransTech Luftspritzen</u>
Lufteingangsdruck- bar:	ca. 4,0	4,0	4,0
Zerstäubungsluftdruck in Luftkappe - bar:	ca. 3 - 4	0,7 - 1,8	1,2 - 1,8
Luftmenge Ltr./Minute:	ca. 200 - 600	300 - 600	200 - 350
Auftragswirkungsgrad:	ca. 40 %	über 65 %	über 65 %

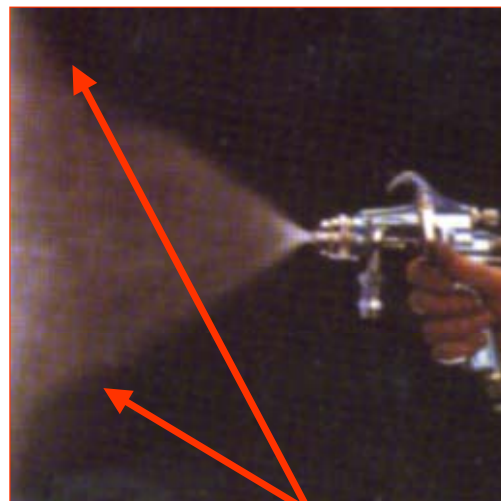
HVLP = High Volume Low Pressure

TransTech = Transfer Efficiency

Spritzbilder

Konventionell

HVLP oder TransTech



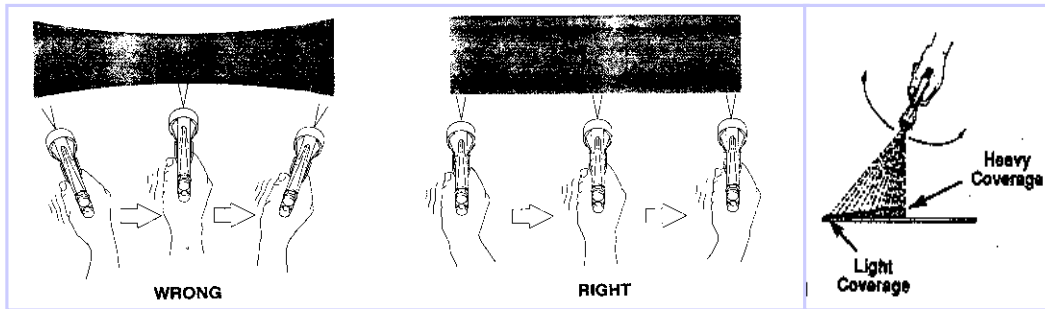
Overspray

Unterschied

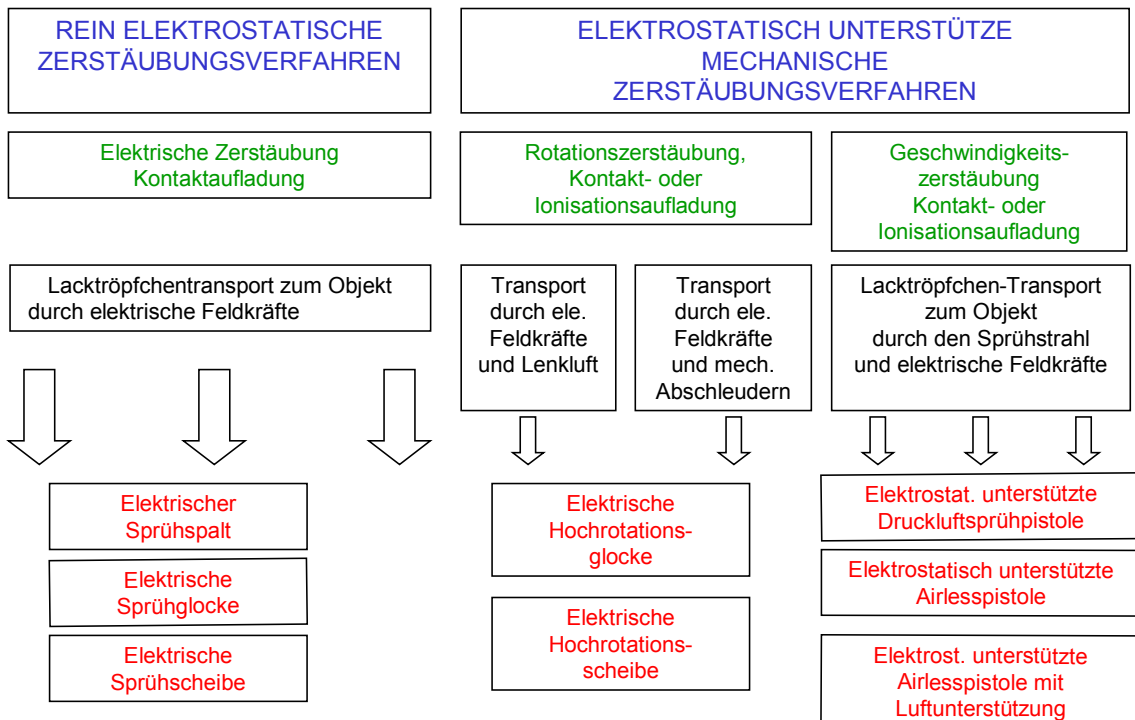
Overspray



Handhabung der HVLP Pistolen



Rippert **Übersicht der Elektrostatischen Sprühverfahren**



**Elektrostatische Applikation für
Lösemittel Lack Systeme
unterstützt die VOC-Richtlinien**

**Allerdings gewinnt auch der Einsatz
von**

**Hydro Lack Systemen
zunehmend an Bedeutung**

**Folglich müssen auch Hydro Lacke
elektrostatisch applizierbar sein**

**Hydrolack-Versorgungsanlage
im Kunststoffschränk (Cabinet)**

- für
**Elektrostatik mit
Luftzerstäubung**
- Niederdruck Doppelmanbraunpumppe zur Lackförderung direkt aus dem Lieferantengebinde

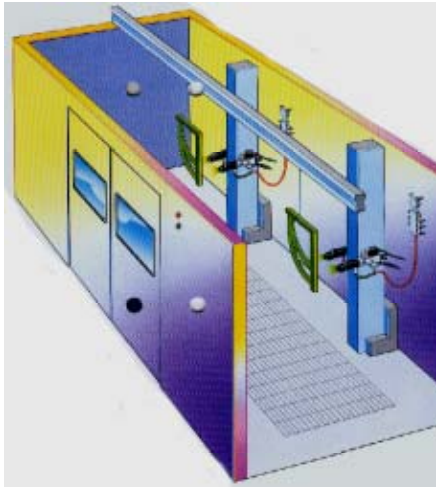


RippertApplikation

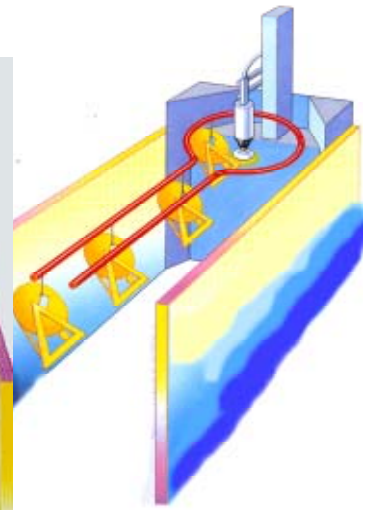
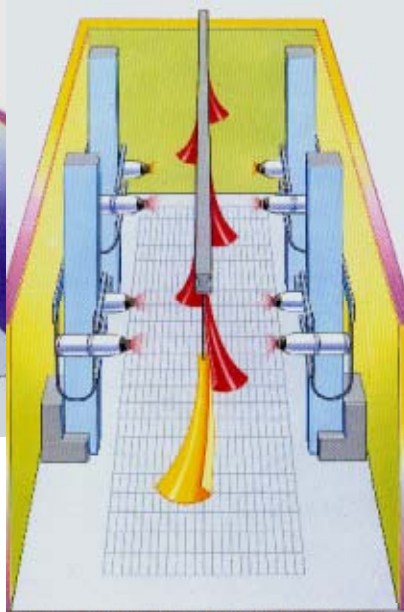


Elektrostatische Automatik Applikationen

Glocken-System



Pistolen System



Scheiben System

RippertApplikation



2K-Dosieranlagen für Lösungsmittel- und Wasserlack

Regular 20 mit Messzellen oder Massedurchflussmesser für KA + KB



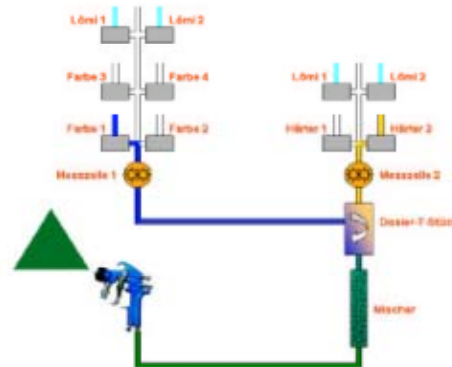
Dosieranlage Regular 20

RippertApplikation



Technische Daten

- **Mischungsverhältnis** 0:1 bis 50:1
- **Dosiergenauigkeit** < 1,0 %
- **Materialdruck** 0,2 - 207 bar
- **Fördermenge** bis 6.000 ccm
- **Viskosität** 10 bis 180 s/DIN4



RippertTrocknungsverfahren



Umluft/Konvektion	Konvektion Heißluft / Werkstück	Großer Platzbedarf durch lange Trockenzeiten; nur 2 - 5 % des Gesamtenergieeinsatzes werden zur Lacktrocknung benötigt
IR-Strahlung	Absorption und Umwandlung von elektromagnetischen Wellen in Wärme (= 0.76 - 1000 µm)	Hoher Wärmeübertrag, dadurch kürzere Trockenzeiten; gezielte Aufheizung der Lackschichten
UV-Strahlung	Absorption von UV-Strahlung (= 0.1 - 0.4 µm) Fotochemische Reaktion - Kettenpolymerisation	z. B. Lacke im Druckbereich und in der Holzbeschichtung, neuerdings auch im 3-dimensionalen Bereich; Polymerisation in wenigen Sekunden
Elektronenstrahlen	Radikalische Polymerisation	Ungesättigte Polyester, PUR, Epoxydharze u. a.

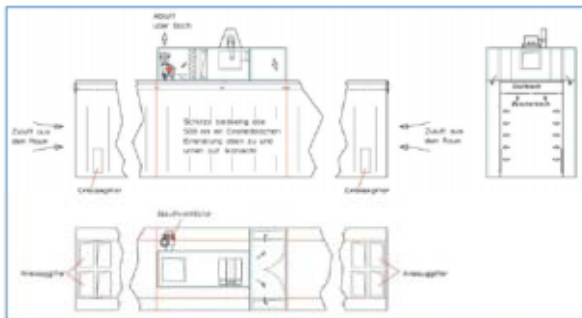


RippertTrocknungsverfahren

Hochfrequenz	v = 27,3 Mhz Elektromagnetische Wellen	Lacke aus dipolären Bestandteilen (z. B. Wasser); nur für nichtmetallische Grund- materialien
Mikrowellen	v = 2.45 Ghz	
Laserstrahlen	CO₂ - Laser, = 10.6 µm	Hohe Strahlungsleistung; scharf begrenzte Trocknungsbereiche
Induktive Trocknung	Erwärmung durch induzierte Wirbelströme	ferromagnetische Substrate, Besonders für dicke Werkstücke geeignet.
DRY AIR Entfeuchtung	Austreiben der Lösemittel durch Stoffübertragung	Nur für Wasserlacke in Verbindung mit einer temperierten Aushärtung



RippertTrockner



Querbelüfteter Hordenwagentrockenkanal



Vorteile

- schnellere Trocknung
- gleichmäßigere Trocknung
- variable Einstellmöglichkeiten
- kombinierte Zonen möglich (Abdunsten/Trocknen)
- universell einsetzbar auch bei
- Wasserlacken staubfreiheit
- verschiedene Fördermöglichkeiten



Rippert**Trocknen**

Durchlauftrocknerberechnung
nach EN 1539 : 2000

Trockentemperatur	<input type="text"/>	°C	δ
Lüftungsbeiwert	1		f
Untere Explosionsgrenze	40 g/m³		UEG
Mind. Abluftvolumenstrom	<input type="text"/>	m³/h	Qmin
Höchst zul. Lösemittel-Durchsatz	<input type="text"/>	g/h	Mmax
Direkte / Indirekte Gas- oder Ölbefuerung		> 450°C	<input checked="" type="radio"/>
Beheizung über PWW / PHW / Dampf / Elektro / Thermo-Öl		< 380°C	<input type="radio"/>
Höchstzulässige Lösemitteldampfkonzentration		< 10 %	<input type="radio"/>
Höchstzul. Lösemitteldampfkonzentration	20 %		CUEG zul

Berechnung nach folgender Gleichung

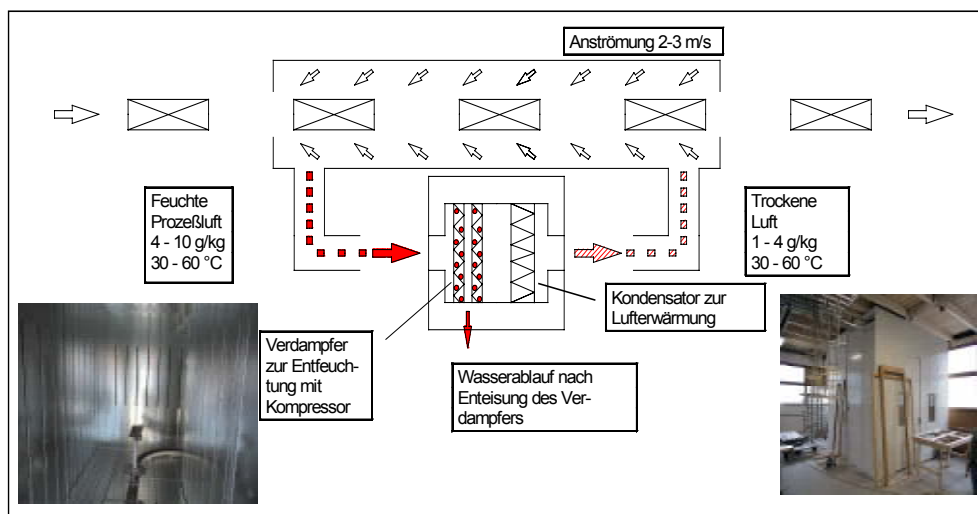
$$M_{max} = \frac{Q_{min} * UEG * C_{UEGzul} * 293}{f * (273 + \delta)}$$

Durchlauftrockner nach **EN 1539 2000**



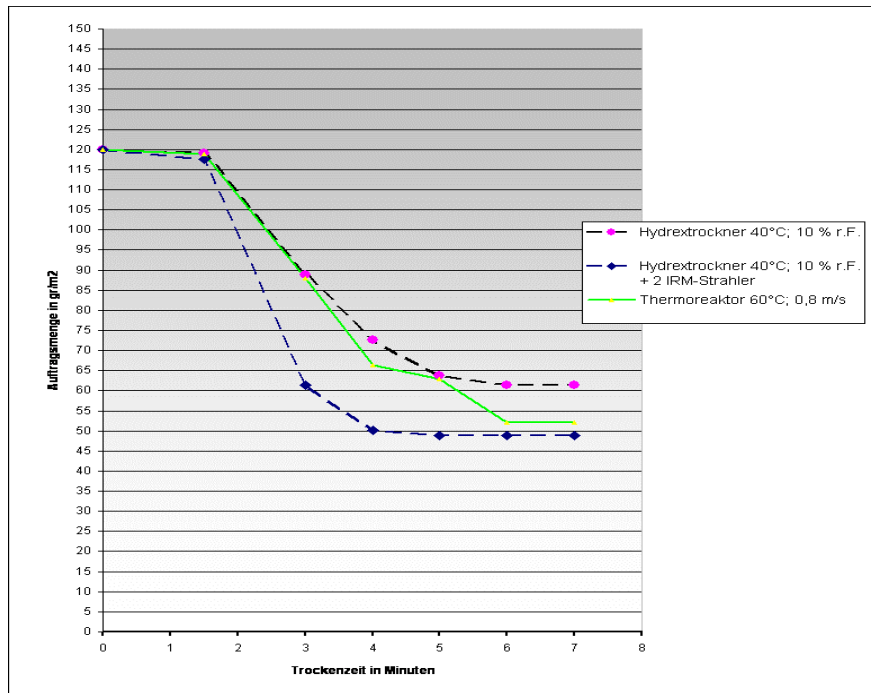
Rippert**DRYAIR**

- Entfeuchtung durch Kondensation oder Adsorption





RippertDRYAIR-Trocknen



RippertStrahlungstrocknung

Strahlungswärme



Wärmestrahlung

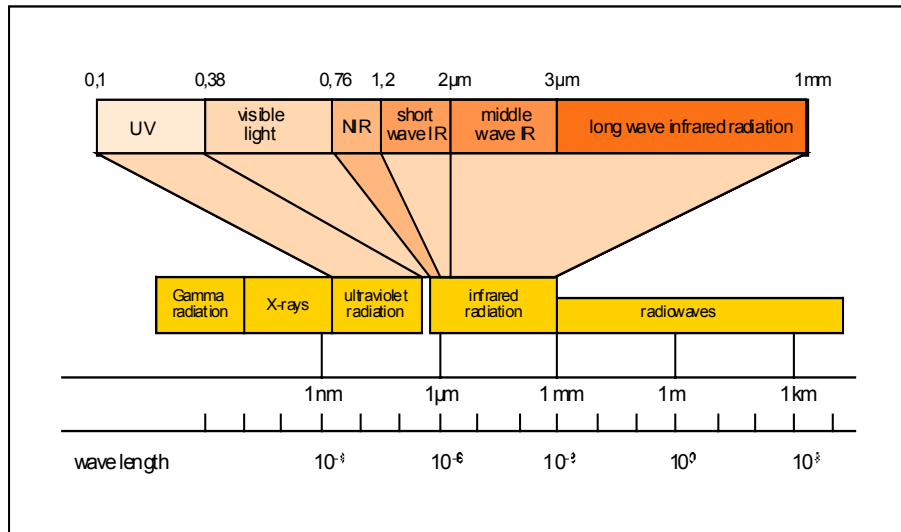
Wärme strahlt nach allen Richtungen, beim Auftreffen auf feste Körper werden diese erwärmt.

Wärmestrahlung durchdringt Luft nahezu verlustlos und wird erst beim Auftreffen auf Materie in Wärme umgewandelt.

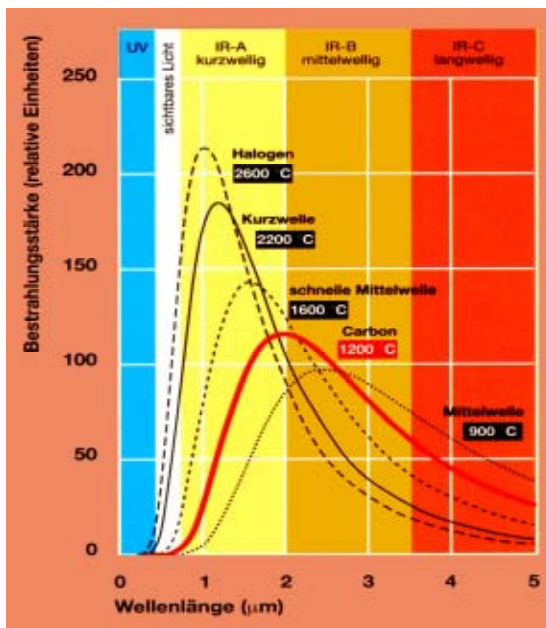
Beispiele:

- Wärme des Feuers im Freien
- Wärme der Sonnenstrahlen direkt auf der Haut
- Strahlungsheizung

RippertStrahlungstroeknung



RippertStrahlungstroeknung

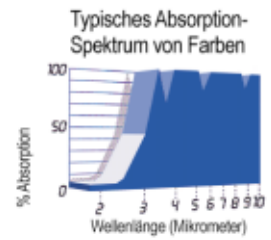
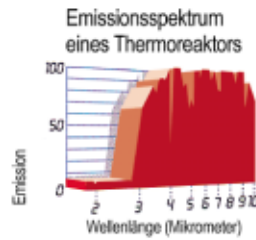


Elektr. Infrarotstrahlung

- Geringe Investitionskosten
- Unterschiedlichste Wellenlängenauslegung
- Elektr. Energie wird benötigt (hohe Anschlußleistungen)



RippertIR-Trockner



Vorteile der Thermoreaktoren

- Drastische Reduzierung von Trockenzeiten
⇒ Taktzeiten werden reduziert (Faktor 3 - 4)
- Platzeinsparung
- schneller Temperaturanstieg möglich
- universell einsetzbar bei Pulver/LM/WL
- geringerer Schleifaufwand bei Holz,
- da Wassereinwirkdauer bei WL-Lacken kürzer
- Hautbildung wird vermieden
- sehr gute Oberflächenqualitäten
- Sicherheit, da keine offene Flamme
- flexible Regulierung
- Abbau von Lösungsmitteln durch Oxidation

Der **Thermoreaktor** ist ein Strahler, der Infrarotenergie emittiert und konvektionelle Wärme erzeugt.



RippertIR-Trockner

BYK-Gardner GmbH		Ofen:		Hörmann Lichtershausen 20_01_04_V		Information			
Werk: Lichtershausen		Produkt: Garagenelemente		Ofengeschwindigkeit: 0,00 m/min		Dateiname: Hörmann_Lichtershausen_20_01_04_V			
						Bediener: Jens Bachmann			
						Messzeit: 05:00:00			
						Transducer ID: 976350			
						Fühler: 3			
						Messtakt: 00:05,0			
						Triggermodus: Ohne			
						Daten geladen: 19.02.2048 18:17:11			
						Letzte Kalibrierung: 22.08.00			
Anmerkungen									
Temperaturkurve Thermotrockner									
Zone 1: 25%									
Zone 2: 30%									
nach Umbau Trocknerbelüftung									
20 Grad Kühlzone 1									
IR-Strahler 3 aus									
Messfühler		Temperaturvorgaben					D & Jimed Equival. Zeit	Spitzentemperaturen	
		Temp	Min 50,0 °C	Low 50,0 °C	Mid 70,0 °C	High 80,0 °C		Max 80,0 °C	Minimum Messwert
1	S1-Umluftfühler	05:15,0	05:15,0	00:00,0	00:00,0	00:00,0	17,5 °C	10:10,0	04:00,0
2	S2-Platte unten	05:30,0	05:30,0	04:20,0	00:50,0	00:50,0	20,7 °C	10:25,0	07:20,0
3	S3-Platte oben	05:25,0	05:25,0	04:30,0	03:15,0	03:15,0	19,8 °C	10:20,0	07:20,0

RippertUV-Trockner

UV Härtung an Luft 2D



Übliches
Labor UV-Bandgerät
Lampe: Hg 120W/cm

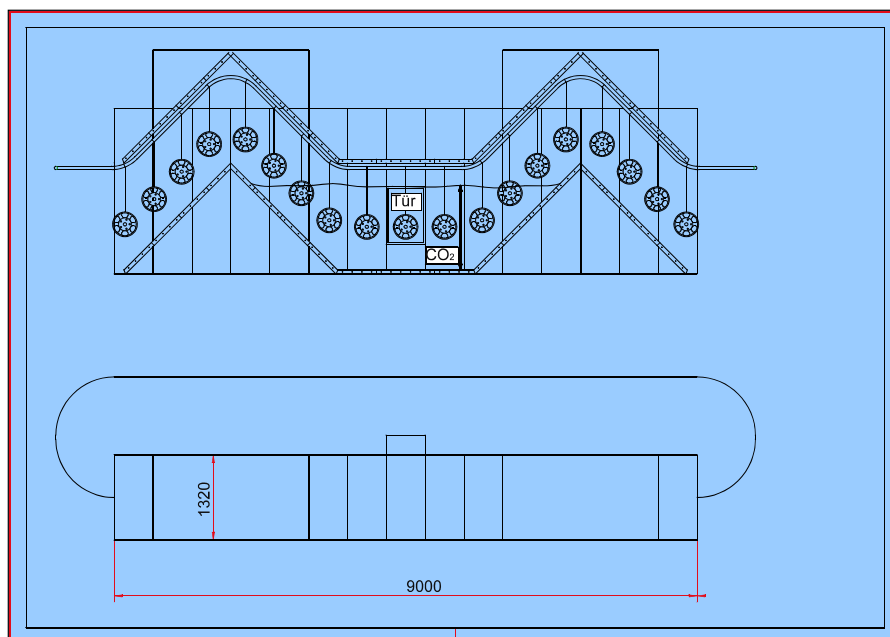
Versuche zu 3D-UV



3D-UV-Einheit (Roboter)
(P. Burger, besser lackieren,
15/2000, p.535.)

RippertCO²-UV-Anlage

Technikumsanlage bei Firma Rippert





RippertAuswahlkriterien

Trocknungsprinzip	Konvektion		Strahlungstrocknung		
	Umluft	Umluft + DRYAIR	Gas-IR	Elektr. IR	UV
Werkstücke					
Dünnwandig (Bleche)	++	++	++	++	++
Schwere, dickwandige Teile	+	++	++	++	++
Komplizierte Geometrie	++	++	+	-	-



RippertAuswahlkriterien

Trocknungsprinzip	Konvektion		Strahlungstrocknung		
	Umluft	Umluft + DRYAIR	Gas-IR	Elektr. IR	UV
Kosten					
Investitionskosten	++ niedrig	-	-	+	--
Energiekosten dünne Teile	++ niedrig	++	++	--	+
Energiekosten dicke Teile	-- hoch	++	++	--	++
Platzbedarf	-- hoch	++	++	++	++
Prozesszeit dünne Teile	+	++	++	++	++
Prozesszeit dicke Teile	--	++	++	+	++



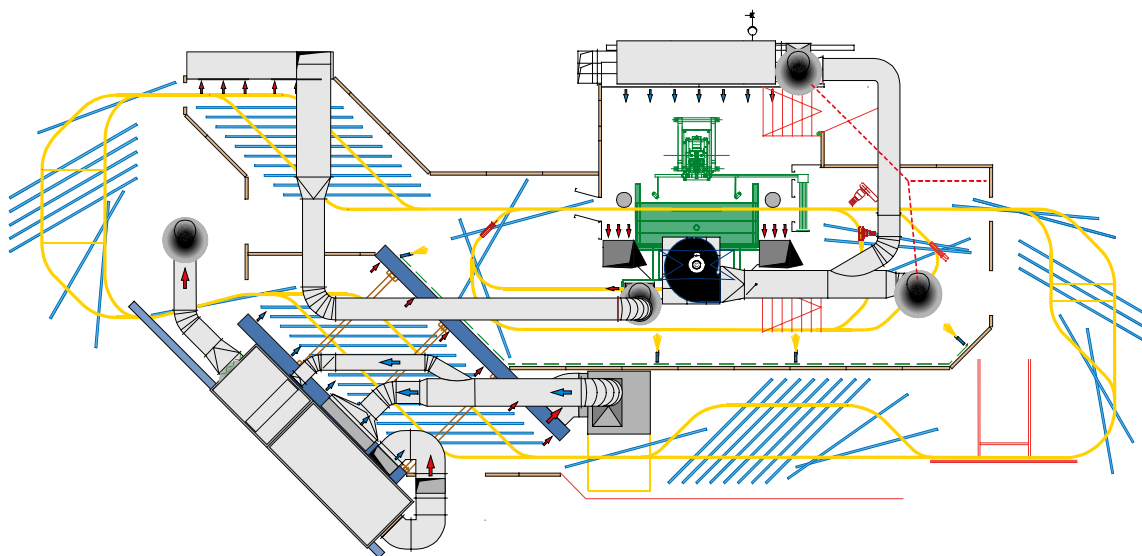
Rippert **Auswahlkriterien**

Trocknungsprinzip	Konvektion		Strahlungstrocknung		
	Umluft	Umluft + DRYAIR	Gas-IR	Elektr. IR	UV
Energieform					
Gas	++	+	++	--	--
Öl	++	--	--	--	--
PWW, Dampf Thermoöl	++	--	--	--	--
Elektrizität	++	++	+	++	++

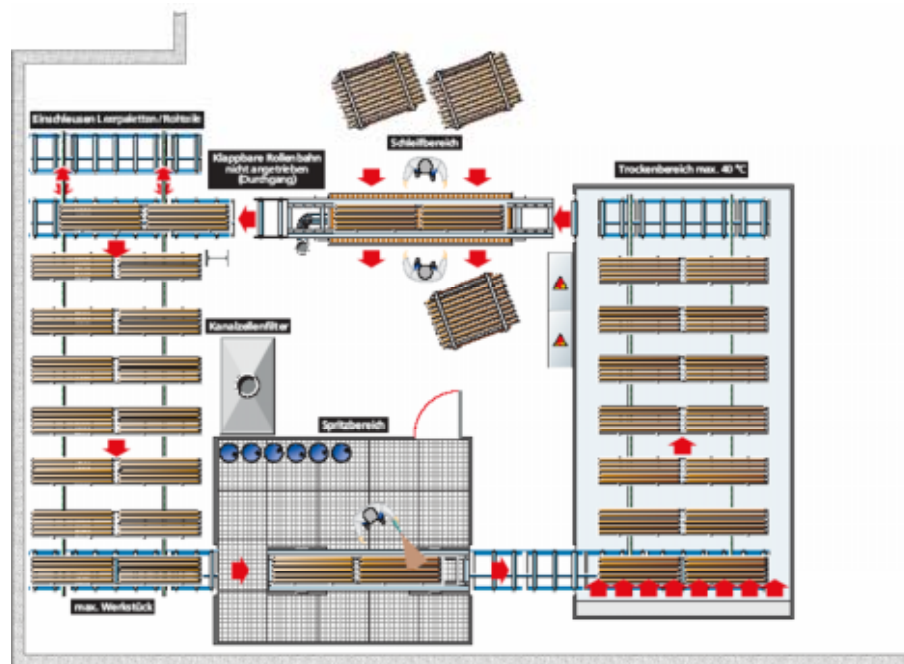


Rippert **DRYAIR-Trockner**

Fensterlackieranlage



RippertDRYAIR-Trocknen



RippertIR-Trockner

Flachlackieranlage

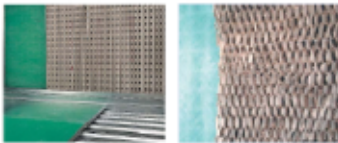


- 2 K-Lackierung Von PU-Lamellen
- Trockenschichtstärke 30 - 40 μm
- Grenzschichttemperatur < 80 °C
- Abnahmetemp. < 30 °C
- 2" ADK / 5" Gas-IR / 2" KK
- Abgasreinigung < 20 mgC/m³

RippertTrockenspritzkabinen

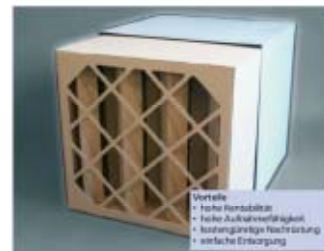


Hauptabmessungen der Spritzwände und Kabinen Typ RES							
B	H	B ₁	L	L ₁	G ₁	Ansatz	Verstärker
mm	mm	mm	mm	mm	mm		Stk
1300	2000	350	1.000	700	2.300	1	5,800
2000	2000	350	1.000	700	2.300	1	7,200
2500	2000	350	1.000	700	2.300	1	9,000
3000	2000	350	1.000	700	2.300	1	10,800
3500	2000	350	1.000	700	2.300	2	12,600
4000	2000	350	1.000	700	2.300	2	14,400
4500	2000	350	1.000	700	2.300	2	16,200
5000	2000	350	1.000	700	2.300	2	18,000
5500	2000	350	1.000	700	2.300	2	19,800
6000	2000	350	1.000	700	2.300	2	21,600



Androm-Filter oder Profilschleibschleifung

CU-Filter



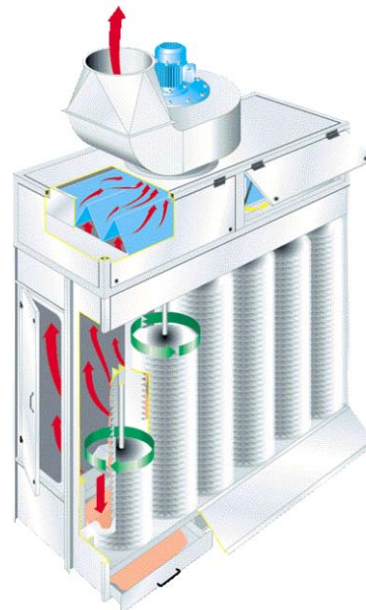
- Vorteile
- Hohe Flexibilität
- Hohe Ausfallratefähigkeit
- Kostengünstige Nachrüstung
- einfache Einbaugang

Standard-Größen							
Arbeitsbreite	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000
2.000 mm hoch	X	X	X	X	X	X	X
2.500 mm hoch	X	X	X	X	X	X	X

RippertTrockenspritzkabinen

Anlagenbeispiele

- 3 manuelle Kleberlackieranlagen für Möbelfronten
- Roboterlackieranlage mit Dispersionskleber
- 2 Roboterlackieranlagen für die Glaslackierung
- Automatiklackieranlage für Gummiprofile
- Automatiklackieranlage für Stahlfedern
- Automatiklackierlinie für Stahlrohre
- 7 Automatiklackierlinien für Stahlträgerprofil
- Automatiklackierlinie für Fensterprofile
- manuelle Lackieranlage für Büromöbel
- Motorenlackieranlage
- manuelle Lackieranlage für Maschinenbauteile (siehe Foto)



Spritzwand **RTS-Rotation** mit selbstreinigendem Vorfilter (rotierende Bürstenkörper).

RippertNaßspritzkabinen

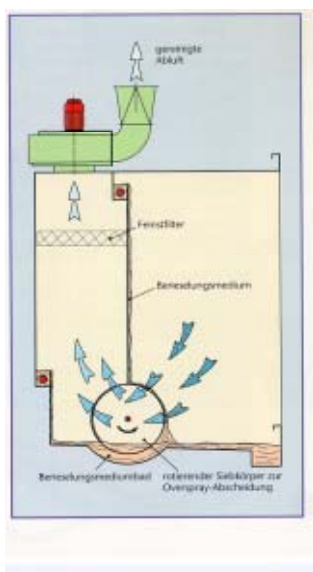


Spritzwand RWS 7000 NuF mit wasserberieselter Abscheidung unterFlur und Farbschlamm-Trennanlage VTS 20

RippertRecycling

Lack in Lack

Fast 100% Overspray-Rückgewinnung

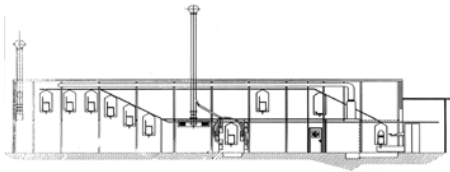


Für eine fast **100%ige** Materialausnutzung und zur Vermeidung großer Mengen Sondermüll wird der Overspray direkt in den Umlacklack gespritzt

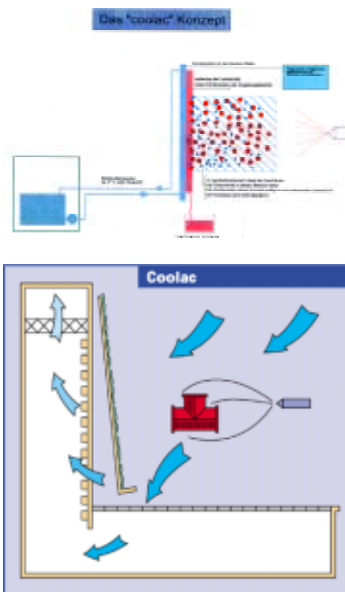
- Kostensparend, umweltschonend und praktikabel
- Fast **100%** Overspray-Rückgewinnung
- Vermeidung von Lackschlümmen
- Abwasserfreies Lackieren
- Vermeidung von Koagulieremitteln
- Recycling-Lackaufbereitung direkt vor Ort
- Siebkörper mit Selbstreinigungseffekt
- Abluftreinigung durch neuartigen, rotierenden Siebkörper



Lackieranlage **Lack-in-Lack**



Lackrecycling **coolac**



Lackrückgewinnung durch Kondensation



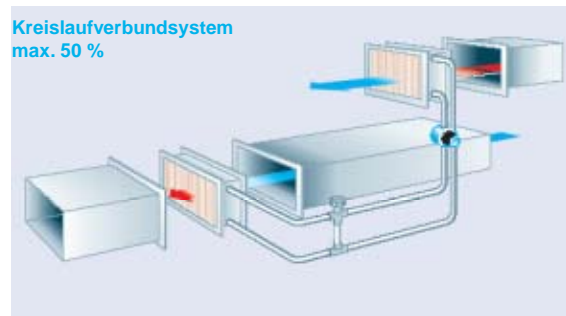
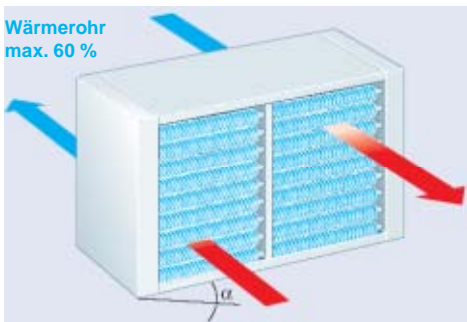
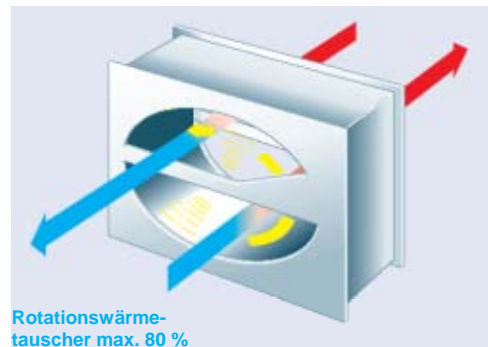
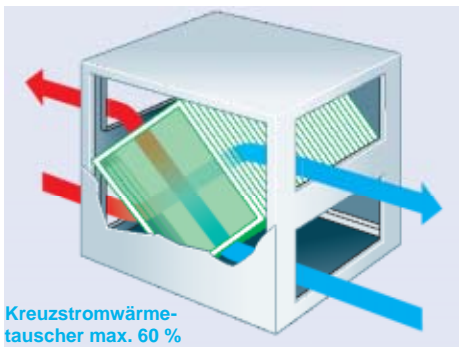
RippertCOOLAC



- Erhebliche Lackeinsparung, teilweise bis zu **40%**
- Höchste Wirtschaftlichkeit durch geringe Investition
- Leichte Handhabung
- Verschleißfrei
- Leichte Nachrüstbarkeit in bestehenden Anlagen
- Schneller Farbwechsel
- Lack zu **100%** wiederverwendbar



RippertWärmerückgewinnung



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

Dipl.-Ing. Michael Breuning, Fa. EISENMANN Maschinenbau GmbH & Co. KG

Neue verschärfte Gesetzesforderungen haben das Thema „Abluftreinigung“ für den Lackier- und Beschichtungsbereich aktualisiert. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die wichtigsten praxisrelevanten Abluftreinigungsverfahren und zeigt unter Einbeziehung von Praxisbeispielen Auswahlkriterien für eine technisch wie wirtschaftlich vorteilhafte Problemlösung auf.

Die am 1.10.2002 in Kraft getretene Neufassung der TA Luft und noch mehr die seit August 2001 gültige sog. VOC-Verordnung (31. BImSchV) zwingen die Betreiber von Lackieranlagen, sich neuen Herausforderungen zu stellen. So bindet z. B. die VOC-Verordnung einen weit größeren Anwendungsbereich als bisher ein, weil sie nicht mehr zwischen genehmigungsbedürftigen und nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen unterscheidet und die von ihr neu definierten Schwellenwerte für die Entsorgungspflicht teilweise sehr niedrig sind. Eine andere erheblich ins Gewicht fallende Änderung stellt die Einbeziehung von Abluftströmen aus Handspritzkabinen in die Gesamt-Emissionsberechnung dar.

Wichtigstes Ziel sollte aus ökologischen wie ökonomischen Gründen die Emissionsvermeidung sein: Wer z. B. als Metalllackierer auf die lösemittelfreie elektrostatische Pulverbeschichtung umstellen kann, hat keine Abluft- (und Abwasser- und Lackschlamm-) Probleme mehr. Auch der Einsatz wasserverdünnbarer Beschichtungsmaterialien kann sich je nach verbliebenem Lösemittelanteil ggf. so auswirken, dass eine Abluftreinigung nicht erforderlich ist. Insbesondere Newcomer seien im Übrigen auf den speziellen Reduzierungsplan nach Punkt B Anhang IV der VOC-Verordnung verwiesen, der anhand vorgegebener Formeln rasch eine Aussage darüber ermöglicht, ob eine Anlage entsorgungspflichtig ist oder nicht.

Wenn Abluftreinigung unvermeidlich ist ...

Mehr als bisher wird allerdings im Oberflächenbehandlungsbereich auch beim Einsatz lösemittelreduzierter Beschichtungsstoffe die Installation von Abluftreinigungsanlagen unvermeidlich sein. Hier sollten unbedingt alle Möglichkeiten zur Luftmengenminimierung z. B. durch (Teil-)Kreislauf-führung und/oder Luftmengen-Mehrfachverwendung innerhalb der zu entsorgenden Anlage ausgeschöpft werden. 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 Lackier- und Beschichtungsbereich relevant sind im Wesentlichen folgende Verfahren:

- die altbewährte thermische Nachverbrennung TNV (Abb. 1), bei der allerdings Wärmerückgewinnung unverzichtbar ist,

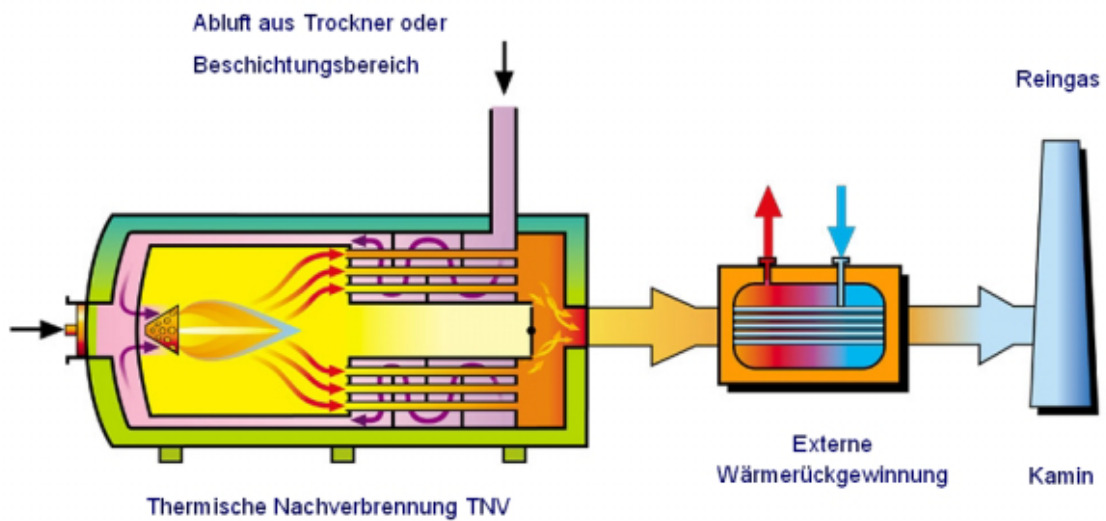


Abb. 1: Thermische Nachverbrennung TNV mit integrierter Abluftvorwärmung („Fotos EISENMANN“)

- die regenerative Nachverbrennung RNV (Abb. 2), 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

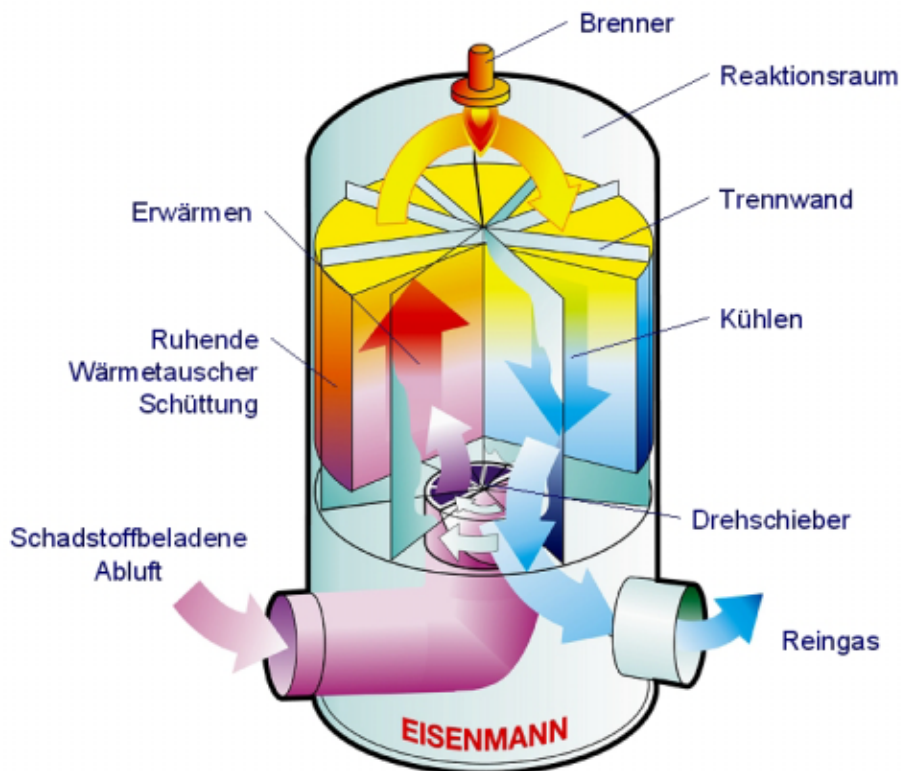


Abb. 2: Regenerative Nachverbrennung RNV mit Drehschieber als Luftverteilsystem („Fotos EISENMANN“)

- das Adsorptionsrad ADR (Abb. 3), das vor allem zur Minimierung und Aufkonzentrierung sehr großer, schwach beladener Abluftströme dient, die dann günstig über TNV oder RNV entsorgt werden können.

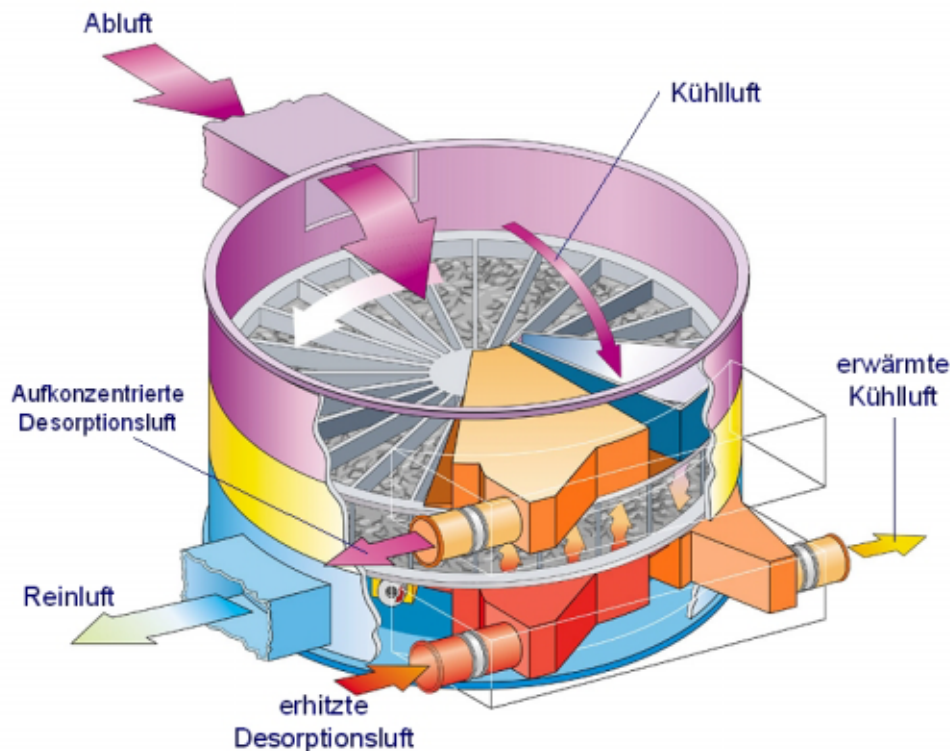


Abb. 3: Adsorptionsrad ADR zur Aufkonzentrierung großer, schwach mit Schadstoffen beladener Abluftströme („Fotos EISENMANN“)

TNV nur mit Wärmerückgewinnung

Thermische Nachverbrennung TNV in der von Eisenmann konzipierten, wartungsfreundlichen Komponenten-Bauweise hat sich als robust, sicher und praktisch universell einsetzbar schon seit Jahrzehnten bewährt, wobei dies sowohl für mittlere als auch für kleinere Abluftmengen gilt. Allerdings arbeitet eine TNV erst bei einem (im Lackierbereich praktisch nicht vorkommenden) Schadstoffgehalt von ca. $6 - 8 \text{ g/Nm}^3$ im laufenden Betrieb autotherm, d. h. ohne Zusatzbrennstoff. Eine vernünftige Nutzung der weitgehend aus Primärenergie erzeugten Verbrennungswärme durch zeitgleiche Wärmeabnehmer ist also aus Kostengründen unabdingbar.

Besonders gut funktioniert dies in der Regel bei der Entsorgung geruchsbelästigender Abluft aus der kathodischen Tauchlackierung KTL (Abb. 4). Die Abluftmengen bewegen sich meist bei $3.000 - 8.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$, im Automobilbereich auch größer. Zusammen mit der Trocknerabluft, Temperatur um $200 \text{ }^\circ\text{C}$, geht die weit kühlere Abluft aus der KTL-Kabine in die TNV. Der Verbrennung bei ca. $750 \text{ }^\circ\text{C}$ folgt Abluftvorwärmung mit Reingas-Abkühlung auf rund $450 \text{ }^\circ\text{C}$. Weitere Wärme wird meist an das interne Heißwassernetz abgegeben, aus dem u. a. die Vorbehandlung versorgt wird. Die Reingas-Kamintemperatur bewegt sich dann um $140 \text{ }^\circ\text{C}$, liegt also niedriger als die Abluft-Eingangstemperatur. Reingasswerte von 20 mg C , 100 mg C und 100 mg NO_x pro Nm^3 sieht Eisenmann bei dieser wirtschaftlich vorteilhaften Lösung als Standard an.



Abb. 4: KTL für Automobilzubehör (im Foto Stahl-Stoßfänger für Geländefahrzeuge) mit Abluftentsorgung über TNV, Nennleistung 3.500 Nm³/h, und Wärmerückgewinnung zur Heißwasserbereitung für die Vorbehandlungsanlage („Fotos EISENMANN“)

Energiesparer RNV

Bei anderen Aufgabenstellungen im Lackierbereich stehen TNV und RNV im Wettbewerb. Hier muss die Entscheidung nach individuellen Betriebsverhältnissen getroffen werden. Immer häufiger fällt allerdings die Wahl auf die – von Eisenmann in vorteilhafter Ein-Reaktor-Bauweise mit Drehschieber als patentgeschütztes Luftverteilssystem konzipierte – RNV. Diese weist eine sehr hohe interne Wärmenutzung mit einem Δt von nur etwa 40 °C zwischen austretendem Reingas und eintretender Abluft auf, was in der Regel eine Wärmerückführung an externe Abnehmer überflüssig macht. Außerdem ist der Bedarf an Zusatzbrennstoff erheblich geringer als bei der TNV: Bereits ab einer Schadstoffbeladung von ca. 1,5 – 2 g/Nm³ im Rohgas arbeitet die RNV autotherm. Diese Vorteile hat sich im Lackierbereich zuerst die Automobilindustrie zunutze gemacht. Auch Kunststofflackierer mit ihren gegenüber dem Metallbereich deutlich niedrigeren Trocknungstemperaturen schätzen besonders die RNV.

Zur Verdeutlichung ein Praxisbeispiel: Bei im Dreischichtaufbau lackierten anspruchsvollen Pkw-Anbauteilen wird zur Zeit entsprechend den Kundenvorschriften ausschließlich Lösemittellack eingesetzt. Deshalb müssen Primer-, Basislack- und Klarlackbereich entsorgt werden. Dafür wurde eine gemeinsame RNV (Abb. 5) mit Nennleistung 23.000 Nm³/h installiert.



Abb. 5: Diese RNV, Nennleistung 23.000 Nm³/h, arbeitet bei der Abluftentsorgung aus der Kunststofflackierung weitgehend autotherm („Fotos EISENMANN“)

Aus den Abdunstzonen für Primer und Basislack fallen 2 x 1.000 Nm³/h Abluft mit einer Temperatur von 25 °C und einer Lösemittelkonzentration von 2,2 g pro m³ an. Die Klarlack-Abdunstzone liefert 500 m³/h, Temperatur ebenfalls 25 °C, Konzentration 1 g/m³. Während Primer und Basislack nur abdunsten müssen, wird nach dem Klarlack-Abdunsten zusätzlich getrocknet. Aus dem Trockner fallen 500 m³/h Abluft mit 95 °C und 1 g Lösemittel pro m³ an. Größte Abluftlieferanten sind die drei im Umluft-Frischluf-Mischbetrieb mit sehr hoher Luftkreislauftrate gefahrenen (Roboter-) Spritzkabinen, Luftleistung 105.000, 130.000 und 105.000 m³/h. Davon werden 2 x 8.000 und 1 x 4.000 m³/h zur Entsorgung abgezogen, Temperatur jeweils 25 °C, Lösemittelbeladung 3,3 g/m³.

Die Schadstoffbeladung von insgesamt 23.000 m³/h niedrig temperierter Abluft liegt damit bei etwa 3,1 g/m³. Es leuchtet ein, dass die unter diesen Voraussetzungen weitgehend autotherm arbeitende RNV hier systembedingt erheblich energie günstiger gefahren wird als eine TNV. Als – insgesamt sehr günstige – Reingaswerte sind 20 mg C, 50 mg CO und 50 mg NO_x pro Nm³ registriert.

Adsorptionsrad zur externen Aufkonzentrierung

Die Möglichkeit, entsorgungspflichtige Abluftströme aus Spritzkabinen durch Umluftbetrieb mit fast vollständiger Luftkreislaufführung zu minimieren und aufzukonzentrieren, besteht natürlich nur bei reinem Automatikbetrieb. Wird ganz oder teilweise von Hand gespritzt, ist externe Aufkonzentrierung über Adsorptionsrad ADR angesagt.

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 in der Regel auf thermische Entsorgung über RNV oder TNV zurück, bei Bedarf zusammen mit Abdunstzonen- und/oder Trocknerabluf.

In den Spritzbereichen der Automobilindustrie (Füller, Basecoat, Clearcoat mit kombiniertem Hand-/Automatikauftrag und jeweils sehr großen Luftmengen) wird bevorzugt die Kombination ADR + RNV eingesetzt (Abb. 6).



Abb. 6: Von der Automobilindustrie bevorzugt: Adsorptionsrad ADR plus RNV – hier in einem neu errichteten Pkw-Werk installiert („Fotos EISENMANN“)

Sind die insgesamt, d. h. nach Aufkonzentrierung zu entsorgenden Abluftmengen wesentlich kleiner, rechnet sich vor allem die Kombination ADR + TNV. Beispiel: Küchenmöbellackierung (Abb. 7). Bei einem Küchenhersteller werden an sechs Hand-Spritzständen mit Nassabscheidung sowie in einer Lackierstraße für Holz-Flächenteile mit Spritzautomat und Etagentrockner größtenteils objektbezogen unterschiedliche Beschichtungsmaterialien mit unterschiedlichen Anteilen leichtflüchtiger Lösemittel verarbeitet. Unter dem Eindruck der neuen VOC-Verordnung entschloss sich das Unternehmen zu einer sofortigen Sanierung seiner Abluftsituation, ohne von der für Altanlagen eingeräumten Frist Gebrauch zu machen.



Abb. 7: Zur Abluftentsorgung bei einem Küchenmöbelhersteller wurden Adsorptionsrad und TNV kombiniert („Fotos EISENMANN“)

Der Abluftstrom, der sich zwischen 19.500 und 63.500 Nm³/h bewegt, enthält bis zu 95 % r.F. und ist mit im Schnitt ca. 700 mg/Nm³ nur schwach mit Schadstoffen beladen. Er wird zuerst konditioniert, d. h. durch Erwärmung auf unter 50 % r.F. gebracht und dann einem Adsorptionsrad zugeführt. Im durch Adsorption gereinigten Luftstrom werden 50 mg C/Nm³ sicher erreicht.

Der beim anschließenden Austreiben der am Adsorptionsmaterial angelagerten Schadstoffe anfallende minimierte und im Verhältnis bis etwa 1 : 20 aufkonzentrierte Desorptionsstrom geht zur Verbrennung in eine TNV, Nennleistung 5.300 Nm³/h. Die beim Verbrennungsprozess 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 Nm³ fixiert.

Resümee

Zusammengefasst: Am besten ist 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 Lackier- und Beschichtungsbereich 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 vorgeschaltet werden.

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

Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

Für jede Abluft das richtige Konzept:

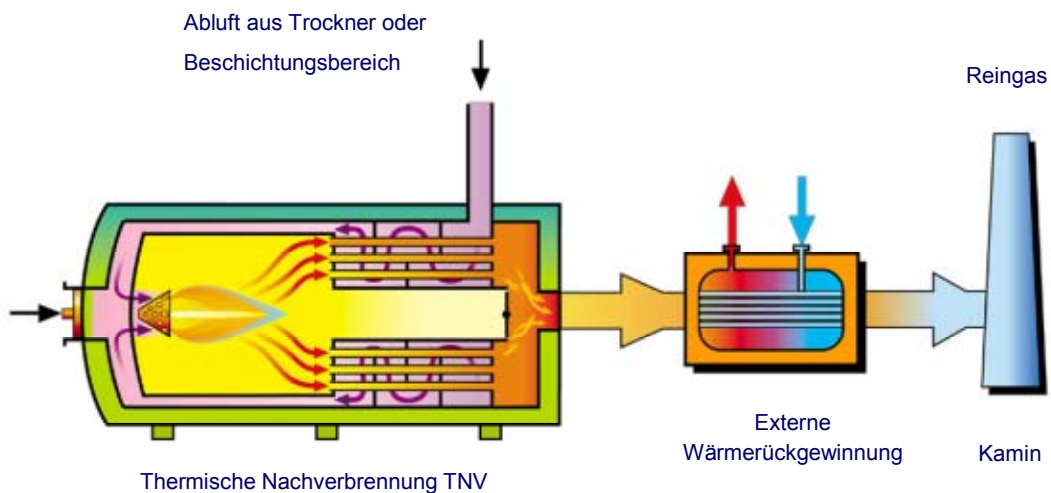
- Abluftreinigungsanlagen:
 - Thermische Nachverbrennung TNV
 - Katalytische Nachverbrennung KNV
 - Regenerative Nachverbrennung RNV
 - Kombination Adsorptionsrad ADR + TNV oder RNV oder LMRG
- Wichtigste Auswahlkriterien
- Praxisbeispiel



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

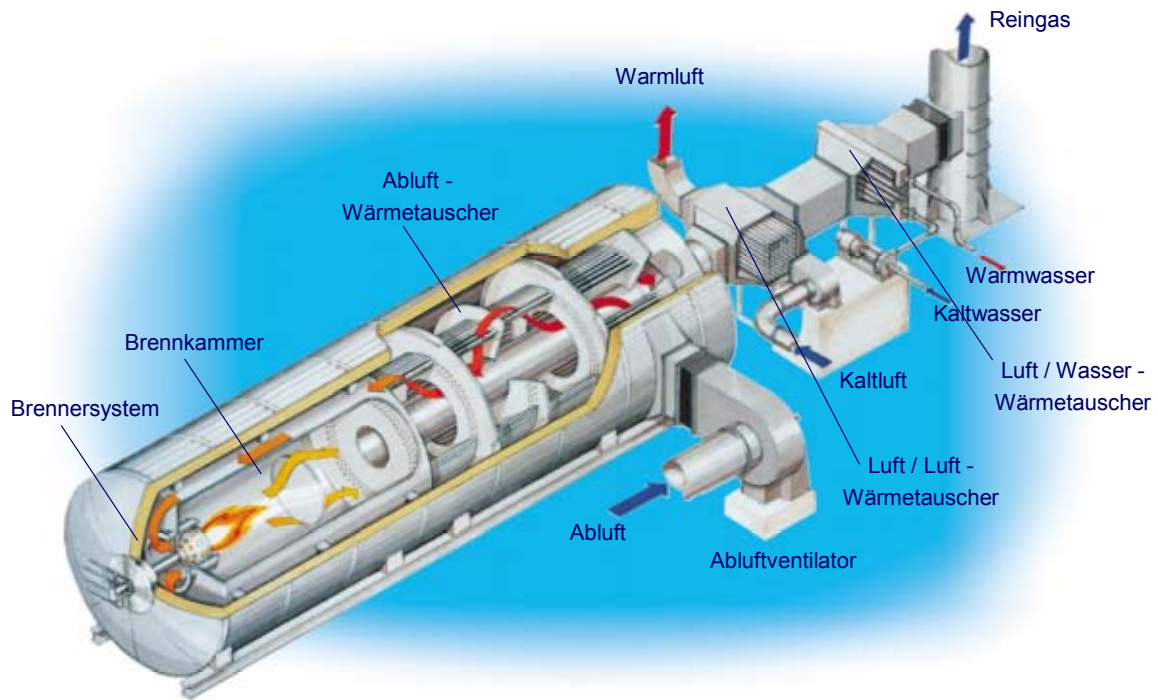
EISENMANN

Thermische Nachverbrennung TNV



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

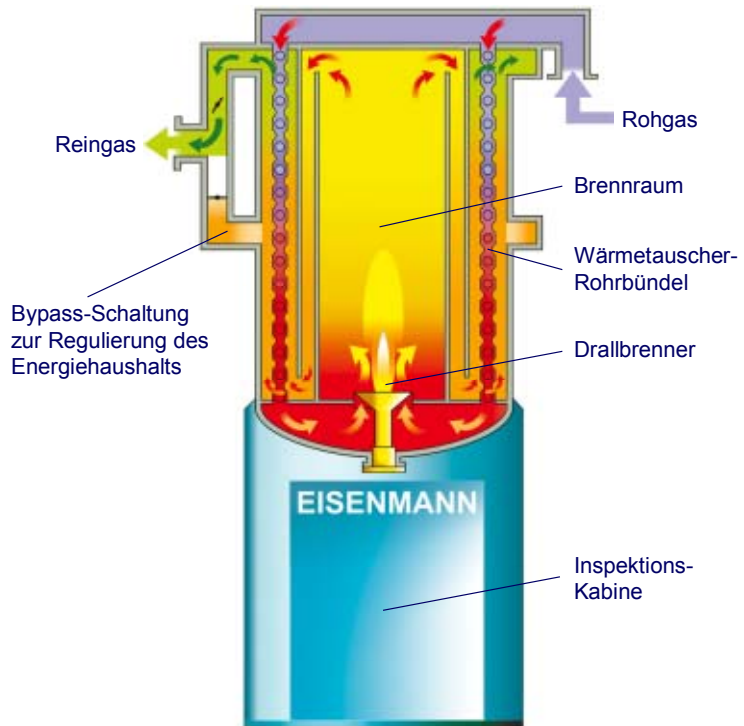
EISENMANN



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

Vertikale Thermische Nachverbrennung V-TNV



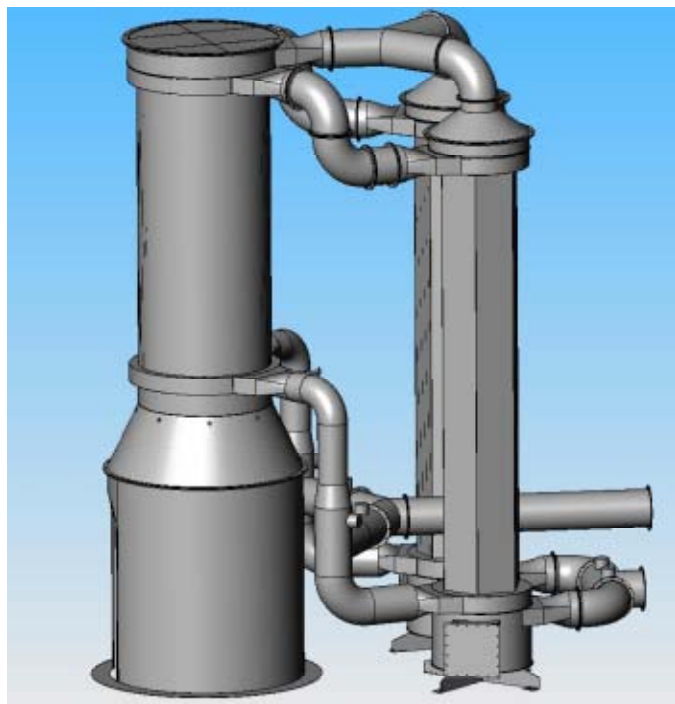
Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

Thermische Nachverbrennung V-TNV für Problemstoffe

mit außenliegenden Wärmeaustauschern

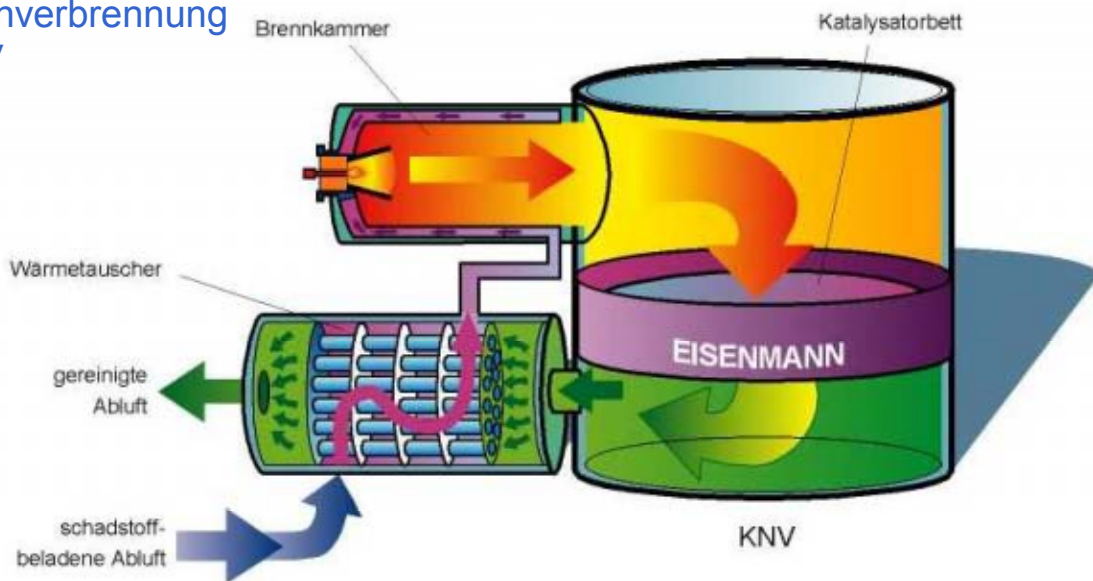
z.B. Graphitindustrie



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

Katalytische Nachverbrennung KNV



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

Katalytische Nachverbrennung KNV

Nachteil:

Katalysatorgifte !

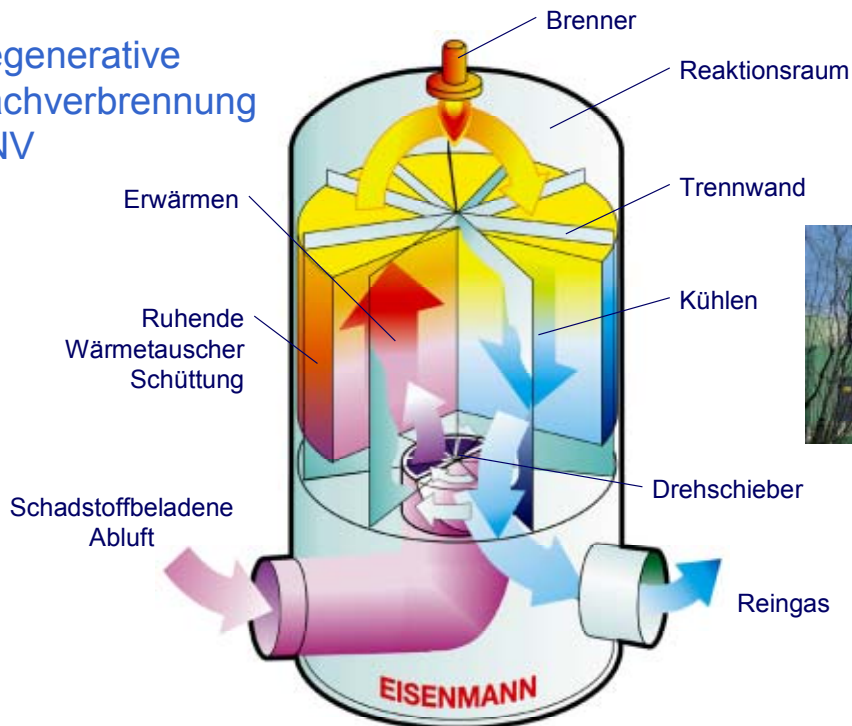
- Schwermetalle
- Halogene
- Silizium- und Schwefelverbind.
- Silikone
- Phosphorverbind.



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

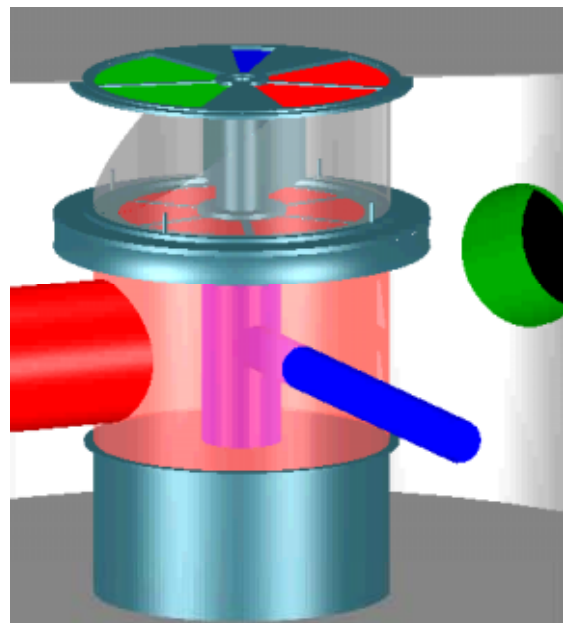
Regenerative Nachverbrennung RNV



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

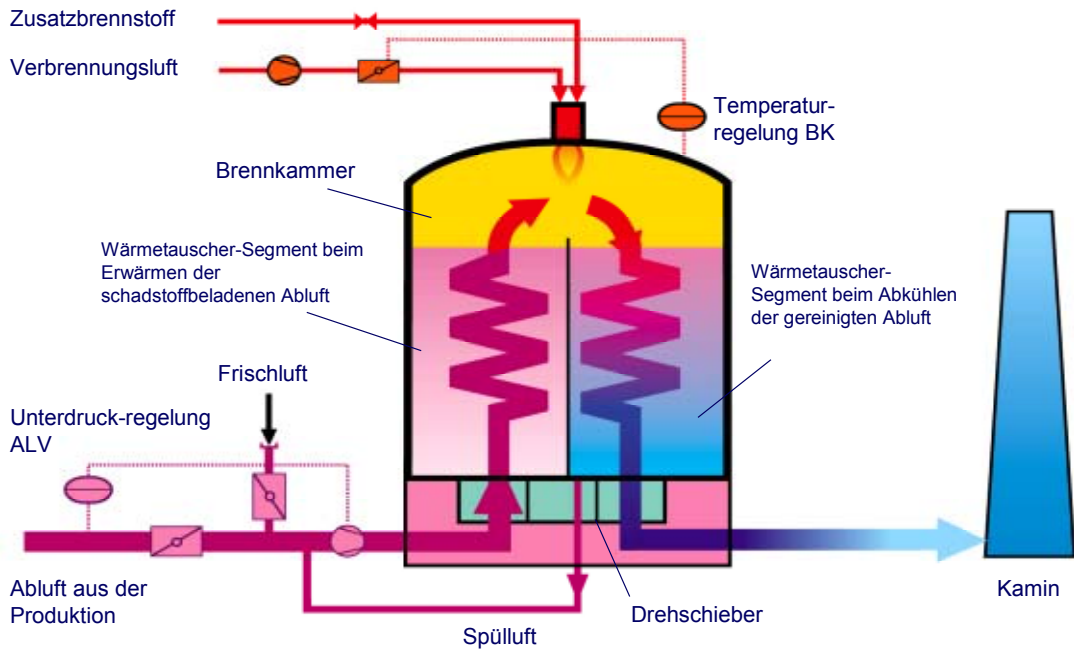
RNV - Drehschieber
Kontinuierliche Luftverteilung



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

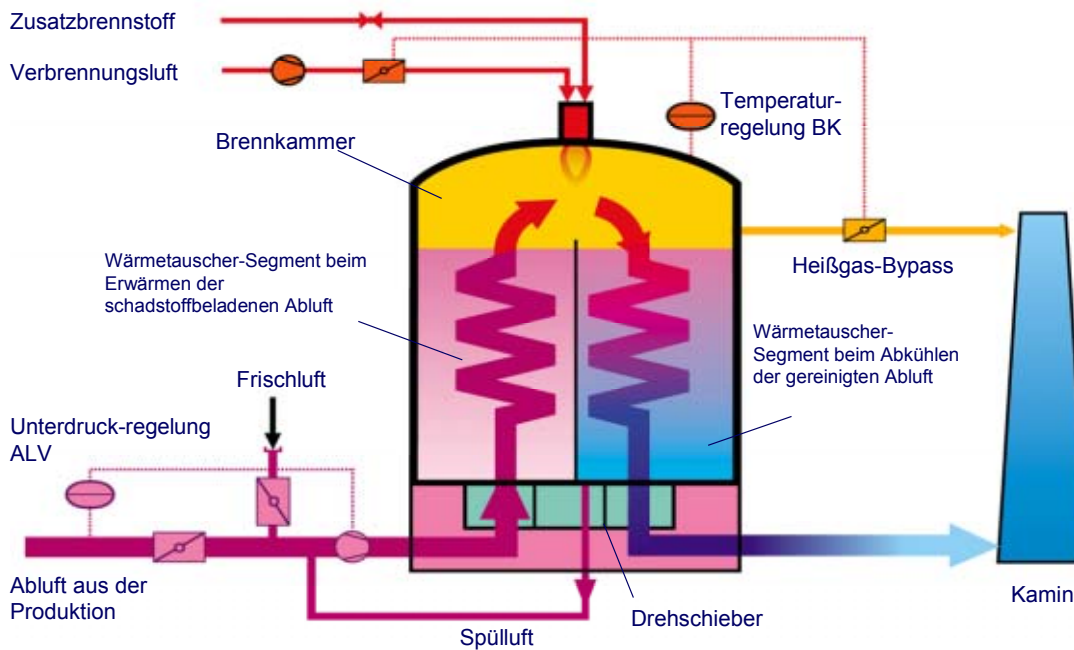
Regenerative Nachverbrennung RNV

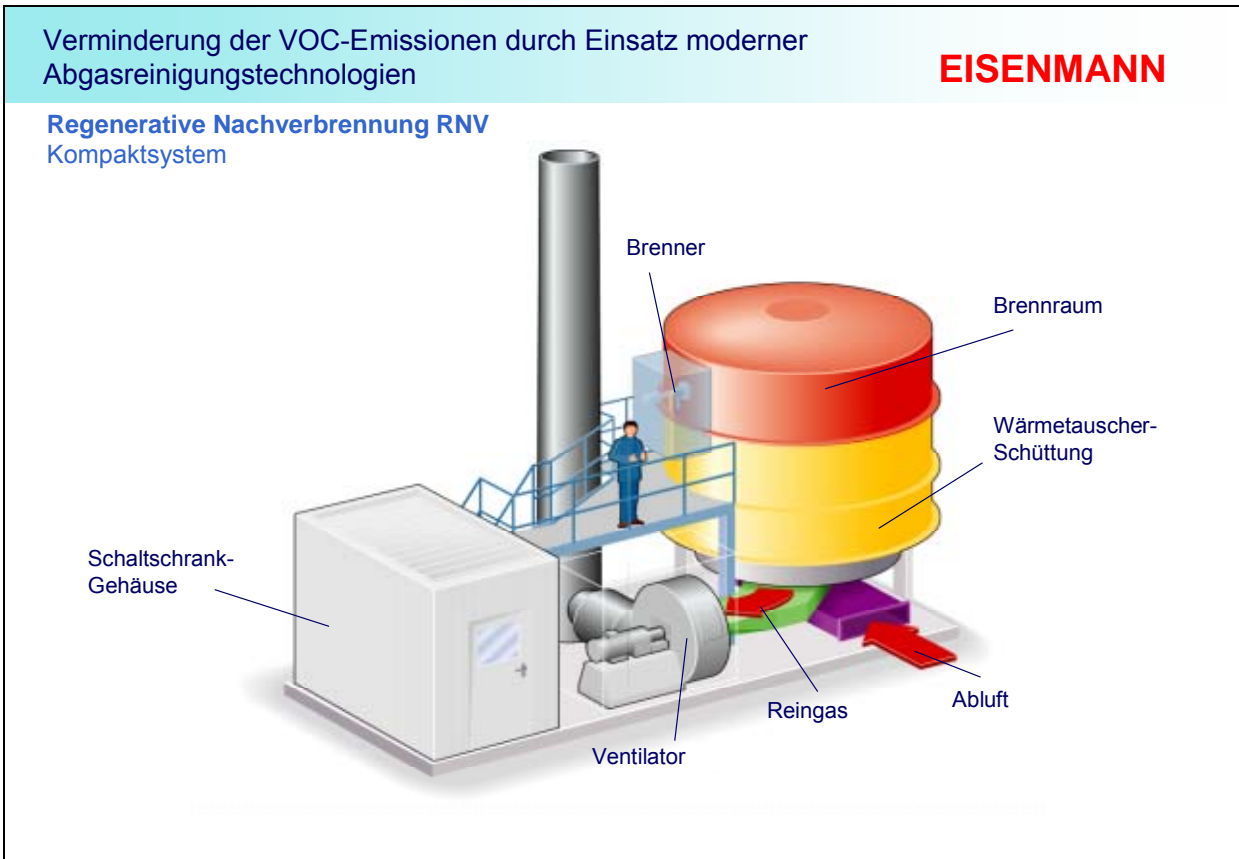
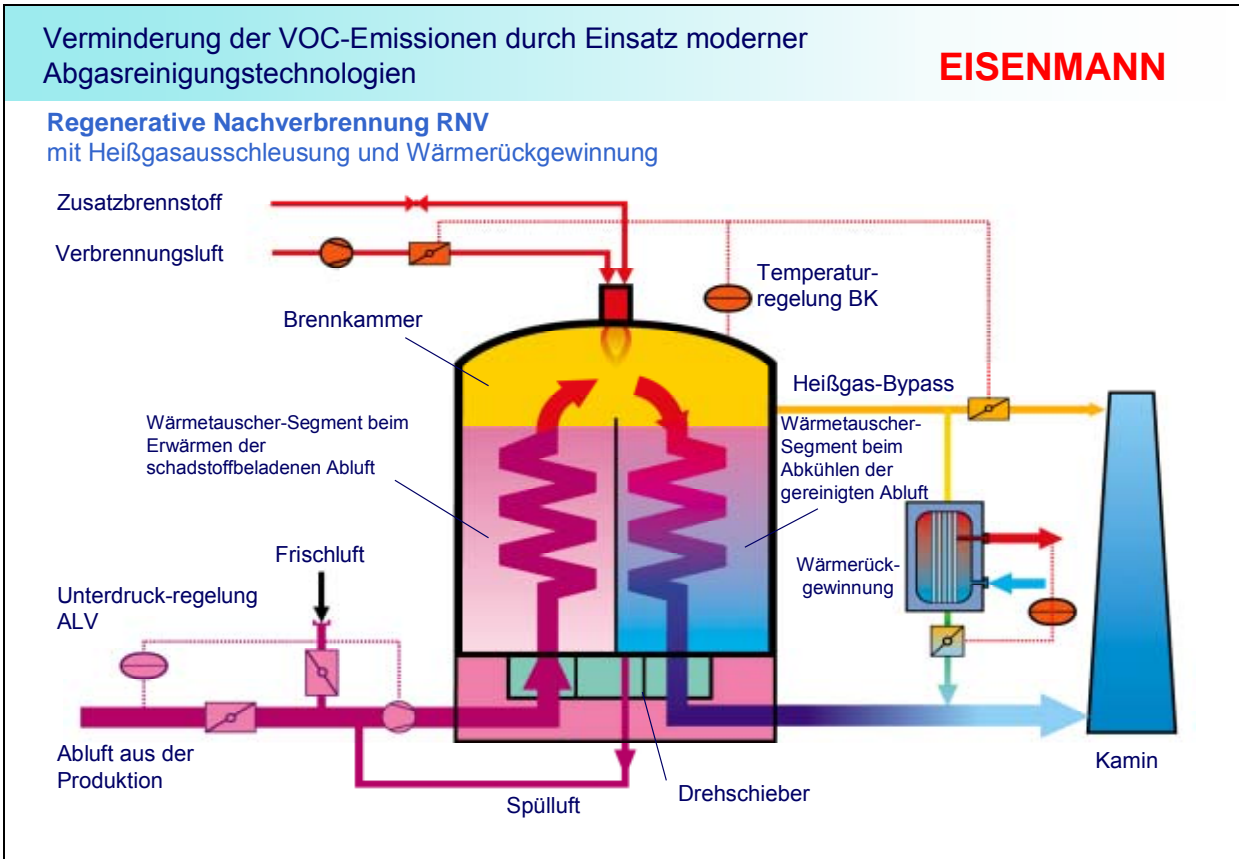


Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

Regenerative Nachverbrennung RNV mit Heißgasausschleusung





Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

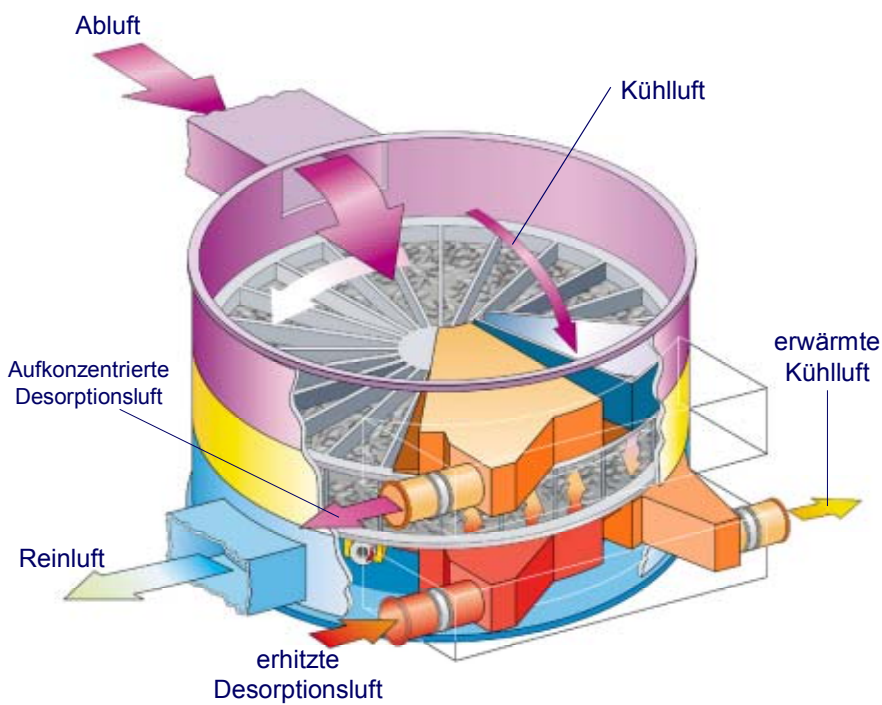
EISENMANN



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

Adsorptionsrad
ADR

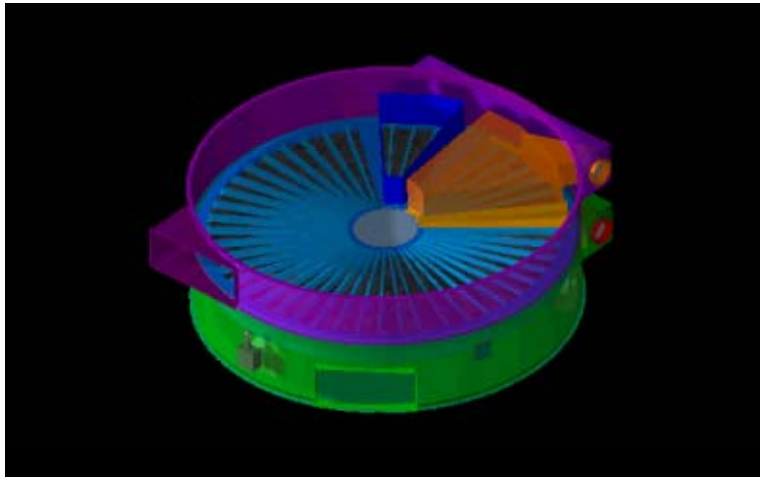


Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

Adsorptionsrad
ADR

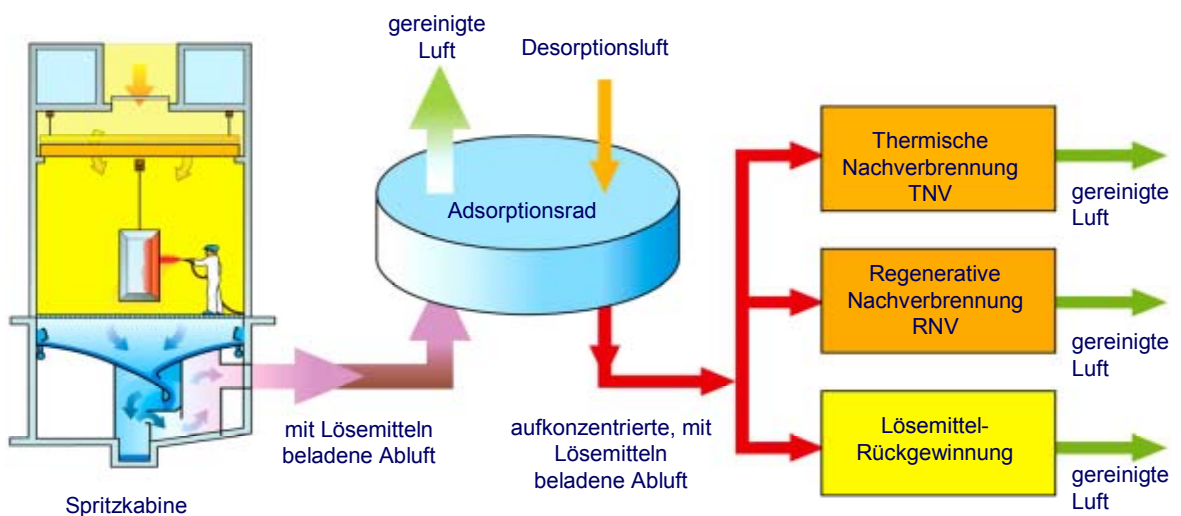
Funktion Rotor



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

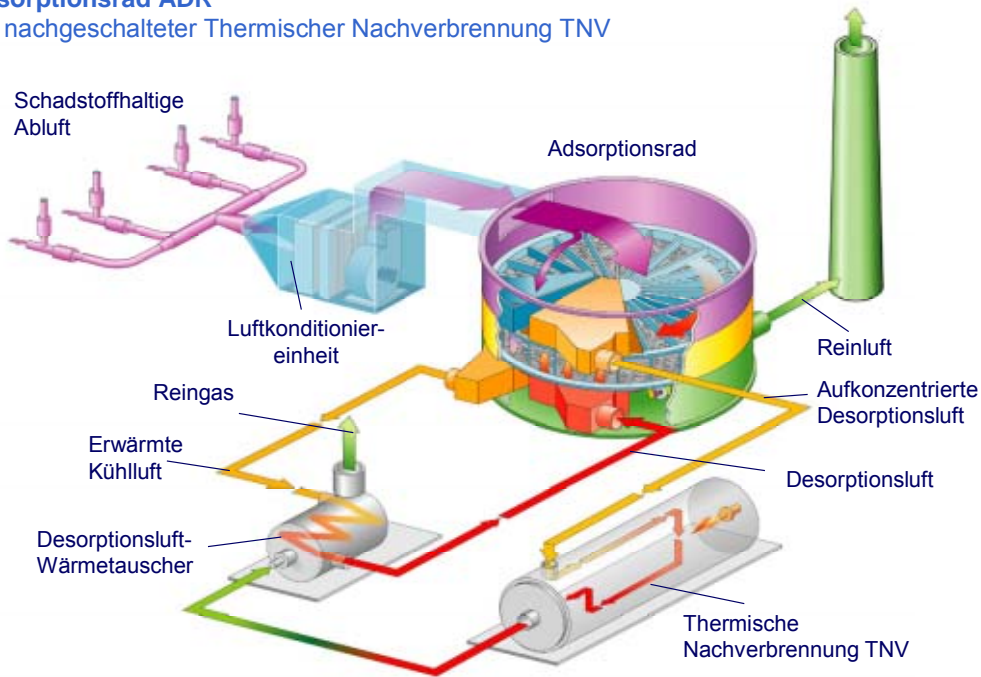
Alternativen der Lösemittel-Entsorgung



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

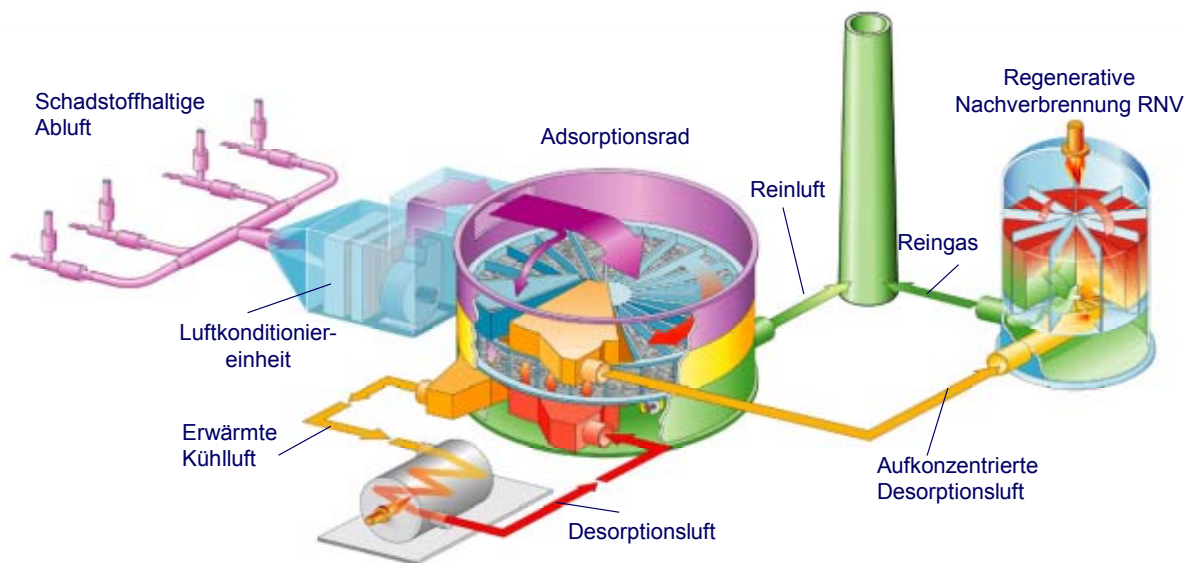
Adsorptionsrad ADR mit nachgeschalteter Thermischer Nachverbrennung TNV



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

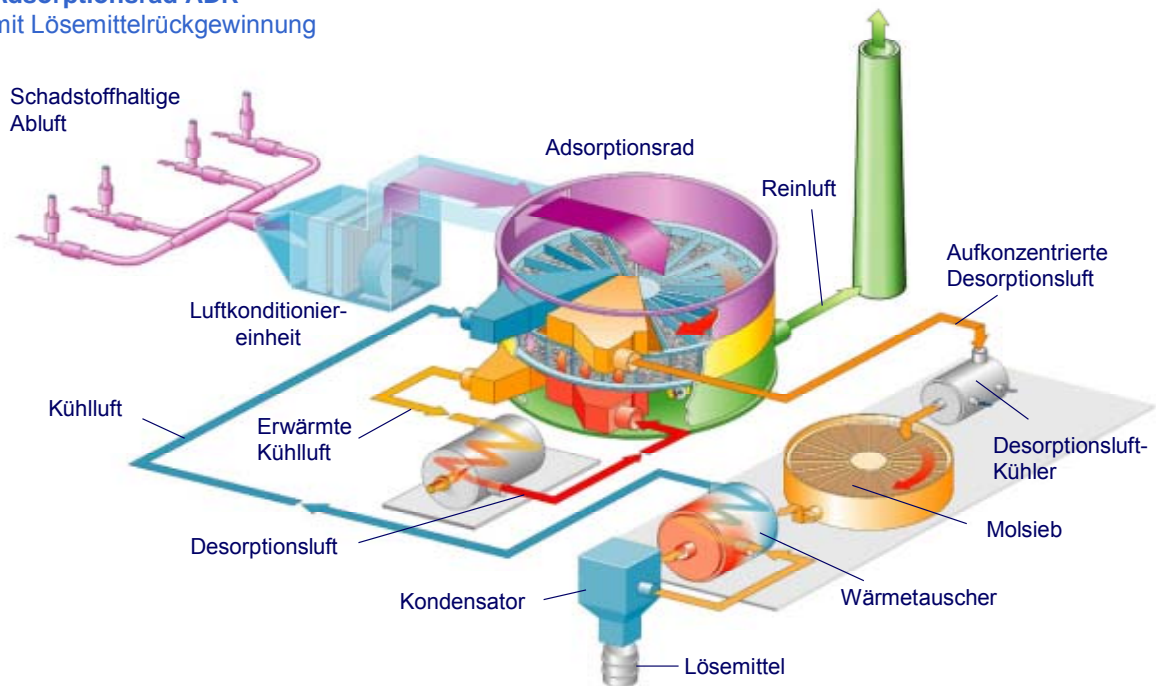
Adsorptionsrad ADR mit nachgeschalteter Regenerativer Nachverbrennung RNV



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

Adsorptionsrad ADR
mit Lösemittelrückgewinnung



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

Adsorptionsrad ADR



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

Praxisbeispiel

Küchenmöbellackierung:

- 6 Hand-Spritzständen mit Nassabscheidung & Lackierstraße für Holz-Flächenteile mit Spritzautomat
- 63.500 Nm³/h
- 700 mg/Nm³
- ca. 20 – 25°C

→ Adsorptionsrad ADR mit nachgeschalteter Thermischer Nachverbrennung TNV



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

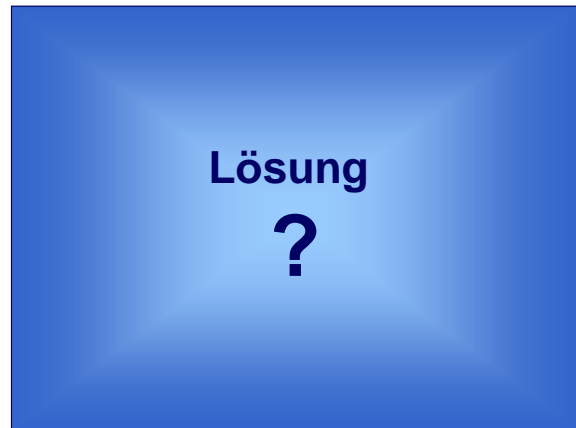
Einsatzkriterien	TNV	RNV	ADR
Abluftmenge			
50.000 – 1.000.000 Nm ³ /h	+ - -	+ + -	+ + +
5.000 – 50.000 Nm ³ /h	+ + +	+ + +	+ + -
1.000 – 5.000 Nm ³ /h	+ + +	+ + +	+ - -
Schadstoff-Konzentration			
> 10 g/Nm ³	+ + +	+ - -	- - -
5 – 10 g/Nm ³	+ + +	+ + +	+ - -
1 – 5 g/Nm ³	+ - -	+ + +	+ + -
< 1 g/ Nm ³	+ - -	+ + -	+ + +
Ablufttemperatur			
> 100 °C	+ + +	+ + +	- - -
30 – 100 °C	+ + -	+ + +	+ - -
< 30 °C	+ - -	+ + +	+ + +

Praxisbeispiel

Aufgabenstellung:

Reinigung von 2 Abluftströmen

- 2 Decklack-Spritzkabinen mit je 46.000 Nm³/h, ca. 20°C und 0,4 gLM/Nm³
- 1 Primer-Trockner mit 9.000 Nm³/h, ca. 160°C und 1,9 g LM/Nm³



ADR + RNV

Kriterien	TNV			RNV			ADR			
Abluftmenge										
50.000 – 1.000.000 Nm ³ /h	+	-	-					+	+	+
5.000 – 50.000 Nm ³ /h	+	+	+					+	+	-
1.000 – 5.000 Nm ³ /h	+	+	+					+	-	-
Schadstoff-Konzentration										
> 10 g/Nm ³	+	+	+					-	-	-
5 – 10 g/Nm ³	+	+	+					+	-	-
1 – 5 g/Nm ³	+	-	-					+	+	-
< 1 g/ Nm ³	+	-	-					+	+	+
Ablufttemperatur										
> 100 °C	+	+	+					-	-	-
30 – 100 °C	+	+	-					+	-	-
< 30 °C	+	-	-					+	+	+

Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

Lösung: ADR + RNV

Aufgabenstellung:

Reinigung von 2 Abluftströmen

- 2 Decklack-Spritzkabinen mit je 46.000 Nm³/h, ca. 20°C und 0,4 gLM/Nm³
- 1 Primer-Trockner mit 9.000 Nm³/h, ca. 160°C und 1,9 g LM/Nm³



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

Reingaswerte bzw. Emissionswerte:

- Thermische Nachverbrennung TNV
 - C = 20 mg/Nm³
 - CO = 100 mg/Nm³
 - NO_x = 100 mg/Nm³
- Regenerative Nachverbrennung RNV:
 - C = 20 mg/Nm³
 - CO = 50 mg/Nm³
 - NO_x = 50 mg/Nm³
- Adsorptionsrad ADR:
 - C = 50 mg/Nm³



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

Kostensituation bzw. Wirtschaftlichkeit:

- Investitionskosten
 - ~ Abluftmenge
 - ~ individuellen Reinigungsaufwand
 - Kalkulation ist daher nur nach Kenntnis aller spezifischen Parameter möglich.

- Faktoren Wirtschaftlichkeitsrechnung
 - Betriebskosten
 - Nutzungsgrad zurückgewonnener Wärme
 - Verwendungswert zurückgewonnener Lösemittel



Verminderung der VOC-Emissionen durch Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien

EISENMANN

Kostensituation bzw. Wirtschaftlichkeit:

- Bei allen Reinigungsverfahren gilt:

- je kleiner die zu entsorgenden Abluftmengen, um so niedriger liegen Investitions- und Betriebskosten !

