Bericht aus dem Arbeitsinspektorat:

Weniger Emissionen aus Betrieben – aber wie?

Das «Bundesgesetz über den Umweltschutz» (USG), das seit dem 1. Januar 1985 in Kraft ist, befasst sich im 2. Titel mit der «Begrenzung der Umweltbelastung». Luftverunreinigungen sind Teil dieser Umweltbelastung. Das USG will Luftverunreinigungen durch Massnahmen an der Quelle begrenzen (Emissionsbegrenzungen). Die am 1. März 1986 in Kraft gesetzte «Luftreinhalte-Verordnung» (LRV) regelt den Vollzug dieses Gesetzes bezüglich schädlichen oder lästigen Luftverunreinigungen. Zu den Verursachern gehören nicht nur in der Öffentlichkeit häufig diskutierte Gruppen von Emittenten wie Heizungsfeuerungen und motorisierter Verkehr, sondern auch einzelne Betriebe verschiedenster Art. Wie sich dabei die Vollzugsarbeit gestaltet, wird in diesem Beitrag anhand einer allgemeinen Einführung und dreier konkreter Fallbeispiele dargestellt.

Redaktionelle Verantwortung für diesen Beitrag:
Amt für technische Anlagen und Lufthygiene – ATAL
Abteilung Luftreinhaltung in Industrie und Gewerbe
Werner Oertli / Bruno Götz
8090 Zürich
Telefon 01 315 73 35

Zur Erreichung der durch die LRV vorgegebenen Immissionsgrenzwerte hat der Kanton Zürich gestützt auf Art. 31 LRV einen Massnahmenplan, das «Luft-Programm für den Kanton Zürich» erlassen. Neben den Massnahmenplänen liegt auch die Durchführung des Vollzugs der LRV bei den Kantonen.

Lufthygienefachstellen des Kantons neu organisiert

Ein Teil dieser Aufgabe, die vorsorgliche Emissionsbegrenzung in Industrie und Gewerbe, war im Kanton Zürich bis Ende Juni 1995 aufgeteilt auf die beiden Städte Zürich und Winterthur sowie auf das Kantonale Arbeitsinspektorat (AI) für das übrige Kantonsgebiet. Das Arbeitsinspektorat, eine Abteilung des Kantonalen Amtes für Industrie Gewerbe und Arbeit (KIGA), kennt durch den Vollzug des Arbeitsgesetzes bereits viele Emissionen verursachende Betriebe.

Im Juli 1995 wurde die Gruppe Luftreinhaltung des Arbeitsinspektorats neu dem Amt für technische Anlagen und Lufthygiene (ATAL) unterstellt. Damit wurden die beiden bestehenden Lufthygienefachstellen, die Gruppe Lufthygiene des ATAL und die Gruppe Luftreinhaltung in Industrie und Gewerbe des Arbeitsinspektorates, an einem Ort zusammengefasst. Ziel dieser Änderung ist eine eine bessere Nutzung der Synergien beider Fachstellen.

Vorsorgliche Emissionsbegrenzung in der Industrie

Eine wichtige Stoffgruppe, welche von dieser vorsorglichen Emissionsbegrenzung erfasst werden, sind Kohlenwasserstoffverbindungen (heute oft VOC genannt, VOC = volatile organic compounds). In den nachfolgenden Fallbeispielen wird über VOC-Emissionen berichtet. Die LRV führt Emissionsgrenzwerte von über 140 verschiedenen VOC namentlich auf.

Unter einem Emissionsgrenzwert versteht man die maximal zulässige Konzentration eines Schadstoffes in der Abluft, welche ins Freie ausgestossen wird. Im Rahmen des Vollzuges der lufthygienischen Gesetzgebung geht es also darum, die Abluftsituation der Betriebe zu ermitteln und diese unter Beachtung der gesetzlichen Grundlagen zu beurteilen. Wie das im einzelnen vor sich geht, ist auf der folgenden Seite im Kästchen zusammengefasst. Zum besseren Verständnis seien hier einige der darin aufgeführten Teilschritte näher erläutert:

Emissionserklärung

Die Unternehmen werden aufgefordert, der Behörde mit einer Emissionserklärung über die lufthygienische Situation in ihrem Betrieb Auskunft zu erteilen. Dabei wird unter anderem gefragt nach den eingesetzten und zu Luftverunreinigung führenden Anlagen, deren Betriebszeiten und den dazu benötigten oder den damit verarbeiteten Stoffen. Mit diesen Auskünften, wo nötig mit einem nachfolgenden Betriebsbesuch und weiteren Ab-

klärungen ergänzt, macht sich der Sachbearbeiter im Amt ein Bild darüber, ob die Emissionssituation des Betriebes mit der LRV und dem kantonalen Luft-Programm in Konflikt gerät.

Eventuell Anordnung von Emissionsmessungen
In Fällen, wo die Emissionserklärung eine verlässliche Beurteilung der Luftsituation nicht ermöglicht, z. B. bei Staubemissionen oder wenn bei Kohlenwasserstoffverbindungen eine rechnerische Bestimmung nicht möglich ist usw., wird eine Emissionsmessung angeordnet.

Einforderung des Sanierungskonzeptes
Nach der Beurteilung der lufthygienischen Situation wird der Betrieb in der Regel über die Sanierungspflicht orientiert. Falls Massnahmen zur Reduktion der Emissionen nötig werden, wird dies begründet und dem Unternehmen eine Frist gesetzt für einen der Behörde zu unterbreitenden Sanierungsvorschlag.

Erlass der Sanierungsverfügung
Ist der betriebliche Sanierungsvorschlag geeignet, die Emissionssituation zu verbessern oder gar den Stand der Emissionsminderungstechnik einzuführen, wird der Betrieb mittels Verfügung auf die Ausführung verpflichtet. Zur Orientierung der direkt Betroffenen sowie der vom Bund als einsprachebe-rechtigt anerkannten Umweltschutzorganisationen wird ein Hinweis auf die Verfügung im Amtsblatt publiziert.

Abnahmekontrolle
Der Abschluss der Sanierung wird kontrolliert. Wo dies möglich ist, wird die Erfolgskontrolle über eine Stoffbilanz vorgenommen. Darunter wird eine Verbrauchskontrolle der zu Luftverunreinigungen führenden Stoffe nach einer vorausbestimmten Betriebszeit der sanierten Anlage von drei bis zwölf Monaten verstanden. In vielen Fällen sind Emissionsmessungen nötig (z. B. bei Staubproblemen).

Neben der zahlenmässigen Erfolgskontrolle wird die Sanierung meist mit einem Augenschein im Betrieb abgeschlossen. Ist das Ziel nicht erreicht, werden weitere Massnahmen angeordnet.

Der Vollzug für Betriebe umfasst folgende Teilschritte:

1. **Einfordern einer Emissionserklärung**
2. **Eventuell Anordnung von Emissionsmessungen**
3. **Beurteilung der Emissionserklärung und des Messberichtes**
4. **Einfordern des Sanierungskonzeptes**
5. **Beurteilung des Konzeptes und Ausarbeiten der Verfügung**
   (Vor Erlass der definitiven Sanierungsverfügung wird dem Betrieb der Verfügungsentwurf zur Stellungnahme übermittelt)
6. **Erlass der definitiven Verfügung**
7. **Abnahmekontrollen**
8. **Periodische Nachkontrollen**

Spezielle Probleme

In unserer hochtechnisierten Wirtschaft laufen nun solche Sanierungsvorhaben oft nicht so problemlos ab, wie man aus obiger Darstellung des Sanierungsablaufes schliessen könnte. Die Umstellung auf umweltverträgliche Produkte und Verfahren ist oft mit unerwarteten Qualitätsänderungen der produzierten Güter verbunden. Aus Kostengründen müssen in vielen Fällen gleichzeitig mit der lufthygienischen Sanierung auch kostensenkende Massnahmen realisiert werden. Es soll darum im folgenden auf einige solche Fälle eingegangen werden.

Fallbeispiel 1

Hunziker AG, Schuleinrichtungen, Thalwil

Geschäftstätigkeit

Als Hauptpfeiler der Produktion gelten Einrichtungen für Schulen und ausserschulische Ausbildung, inbesondere die Herstellung von Schulwandtafeln.

Ausgangslage: 38,6 Tonnen VOC pro Jahr aus Klebstoffen und Farben

Die Emissionserklärung über das Jahr 1990 ergab Lösemittelemissionen von total 38,6 Tonnen. Diese VOC bestanden etwa zu gleichen Teilen aus Stoffen der Klassen 2 und 3 gemäss Ziffer 7, Anhang 1 LRV. 25 Tonnen davon stammten aus Klebstoffen und 13,6 Tonnen standen im Zusammenhang mit Farben, Lacken, Verdünnern usw. Als Produktionsmittel waren eine Wandtafelproduktionslinie und eine Farbspritzanlage an diesen Emissionen beteiligt.

Beurteilung

Anlässlich eines Augenscheines am 8. Januar 1991 im Betrieb wurde die Situation mit dem Betriebsinhaber besprochen und auf die Überschreitung der Emissionsbegrenzungen gemäss Anhang 1 LRV sowie auch auf Grenzwerte «für besondere Anlagen» gemäss Anhang 2 LRV hingewiesen. Die bezüglich Emissionen kritischen Anlagenteile betrafen namentlich die Leimstrasse (organische Lösemittel aus Klebstoffen) sowie die Farbspritzanlage (Kohlenstoff aus Lösemitteln in Farben, Verdünner, Reiniger usw.). Man einigte sich schon damals darauf, die Lösung auf der Stoffseite zu suchen und eine technische Abluftreinigung nicht in Betracht zu ziehen.

Mit der Sanierungsaufforderung vom 25. Februar 1991 wurden vom Betrieb bis spätestens 31. August 1991 Vorschläge für die Reduktion der Emissionen verlangt.

Etappen der Projektierung

Zwischenbericht vom September 1991
– Generell
Die nötigen Abklärungen sind so umfangreich und zeitraubend, dass der gesetzte Termin für das Sanierungsprojekt bis Ende 1993 erstreckt werden muss.

– Tafelproduktion
Der Betrieb sucht lösemittelarme oder lösemittelfreie Klebstoffe, unternimmt Klebversuche und verhandelt mit Klebstofflieferanten, um deren Produkte den eigenen Bedürfnissen anzupassen.

Dieser Prozess läuft mehrmals hin und her, bis dann ausgedehntere Erprobungen – Haftest, Bestimmung des Aushärtegrades, Beregnungstest, Temperaturtest, Dauertest im Schulbetrieb usw. – durchgeführt werden können.

Produktionsstudien (Ermitteln der nötigen Trocknerleistung, Energiebilanz, Abklärungen, wie die Pressengrösse angepasst werden kann, Taktzeiten, Kostenvergleiche usw.) – Entscheid ist noch offen.

– Farbspritzarbeiten

Serie-Aufträge von Metallteilen werden ab sofort grösstenteils auswärts vergeben zur Pulverbeschichtung (der Beschichtungsstoff wird pulverförmig aufgetragen und in einem thermischen Prozess erschmolzen und gesintert, qualitativ hochstehende und lufthygienisch unbedenkliche Methode).

Für die restliche Produktion sind Versuche mit wasserverdünnbaren Lacken in Arbeit.

Standortbestimmung vom Mai 1993
– Tafelproduktion

Die Versuche mit wasserverdünnbaren Klebstoffen sind negativ verlaufen, Taktzeit ist zu lang, Qualität ist nicht genügend, Kosten zu hoch. Daneben prüfte das Unternehmen unter anderem auch Folienverklebung, Harnstoffverklebung, wasserverdünnbare Kontaktklebstoffe usw. Eine vollständige Neukonstruktion der Tafel ist in Arbeit mit einer umweltfreundlichen Klebverbindung.

– Farbspritzarbeiten

Die Auswärtsvergabe wird weitergeführt.

Projekteingabe vom Dezember 1993
– Tafelproduktion

- Die Wandtafel wurde vollständig umkonstruiert.
- Die Klebeverbindung wird mit einem lösemittelfreien Produkt vorgenommen.
- Die nötigen Produktionsmittel und eine Abwasservorreinigung müssen vollständig neu beschafft werden, was Investitionen im Betrag von 1,5 Mio. bedeutet.

– Farbspritzarbeiten

Beschichtungsarbeiten werden bis auf Einzelanfertigungen und Einzelteile auswärts vergeben zum Pulverbeschichten oder Farbspritzen.

Abschluss der Sanierung

Mit Verfügung vom 15. September 1993 wird der Bertrieb auf die Ausführung der eigenen Vorschläge verpflichtet. Am 9. September 1994 meldet der Betrieb den Abschluss der Arbeiten. Ende 1995 ist die Erfolgskontrolle vorgesehen.

Das Ergebnis lässt sich sehen. Die VOC-Emissionen konnten auf acht Prozent des Wertes von 1990 oder um rund 35 Tonnen VOC pro Jahr gesenkt werden.

Kommentar

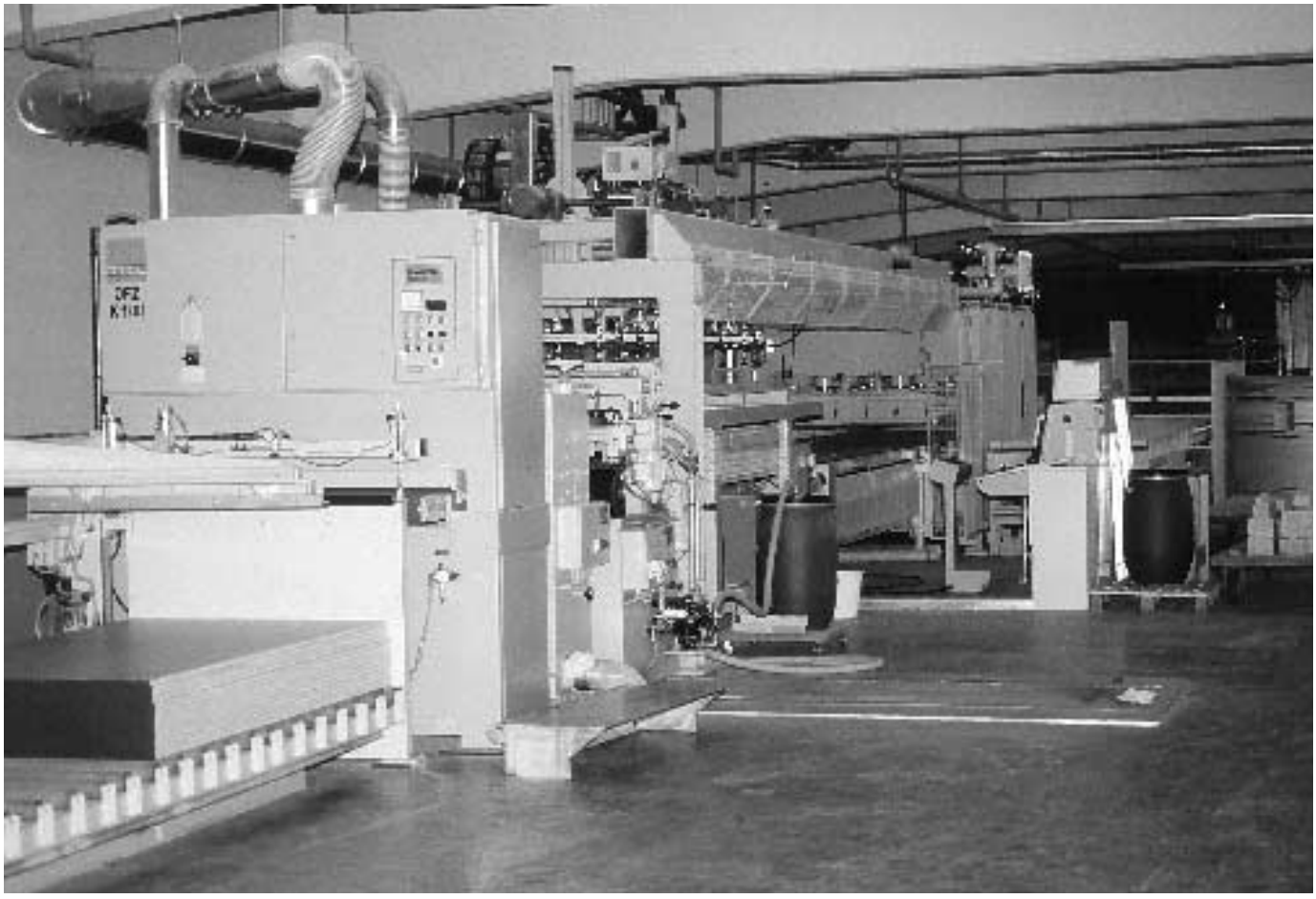
Der Aufwand des Betriebes, seine Produktion den Umweltschutzvorschriften anzupassen, ist beträchtlich, aber typisch für qualitativ hochstehende Produkte. Oft gibt es keine schnellen, einfachen und wirksamen Lösungen. Es zeigte sich hier wie in vielen ähnlichen Fällen, dass kaum mit Hilfe von aussen gerechnet werden kann. Eigene Initiative ist unerlässlich und auch die Bereitschaft, die auflaufenden Kosten zu übernehmen und die nötige Zeit aufzuwenden.

Der Betrieb nutzte die Gelegenheit, um bei der Realisierung der lufthygienischen Sanierung gleichzeitig seine Produktephilosophie neu auszurichten. Dabei konnten auf folgenden Gebieten Verbesserungen erzielt werden:

- Produktequalität
- Unfallsicherheit
- Stoffwahl (alle Stoffe sind rezyklierbar oder umweltfreundlich zu entsorgen)
- Rationalisierung

Die neue Press-Strasse der Wandtafelproduktion der Hunziker AG, Schuleinrichtungen, in Thalwil

Foto: Hunziker AG, Thalwil



Fallbeispiel 2

Kindt AG, Jalousieladen,
Rolladen und Lamellenstoren, Otelfingen

Geschäftstätigkeit

Neben der Herstellung von allgemeinen Sonnen- und Wetterschutzsystemen ist das Unternehmen ein führender Produzent für Klappladen (Jalousieläden) aus einheimischem Holz.

Ausgangslage: Acht Tonnen VOC pro Jahr aus Tauchgrundierung

Der Betrieb emittiert aus der Ladenproduktion je nach Auslastung zwischen acht und zwölf Tonnen VOC pro Jahr. Die Emissionen stammen von der Tauchgrundierbehandlung, welche zur Konservierung und zum Schutz vor Pilzbefall, Insektenbefall und als Feuchteschutz appliziert wird. Eine Emissionsmessung vom September 1989 ergibt, dass pro Tag ein VOC-Massenstrom von 3 kg/h während vier Stunden überschritten wird und in dieser Zeit Stundenmittelwerte der Schadstoffkonzentration von 1,8 bis 2,4 Gramm Kohlenstoff pro Kubikmeter Abluft auftreten. Der Feuchteschutz musste bereits wegen der nachfolgenden wasserlöslichen Anstriche weggelassen werden. Die wasserabstossende Wirkung während der Montage- und Bauphase ist damit bereits weggefallen.

Beurteilung

Der Bagatellmassenstrom von 3 kg/h gemäss Ziffer 613, Anhang 2 LRV wird überschritten; es besteht demnach eine Pflicht zur Einhaltung des Emissionsgrenzwertes von 150 mg Kohlenstoff pro Kubikmeter Abluft. Eine lufthygienische Sanierung der Tauchgrundierung ist anzuordnen.

Projektierung der Sanierung

Ergebnisse bis Mitte 1993

Die Versuche mit wasserverdünnbaren Tauchgrundierungen ergaben nicht-akzeptierbare Qualitätsmängel: Einerseits ungenügender Schutz gegen Pilzbefall, weil die verfügbare Grundierung den Anforderungen an das Lignum-Gütesiegel, mit einer Ausnahme und nur farblos, nicht zu genügen vermochte; andererseits stellten sich die losen oberflächlichen Holzfasern auf und erforderten vor der späteren Farbbehandlung am Bau eine zusätzliche Schleifoperation, welche die Maler vor Ort nicht ohne Kostenfolge durchführen wollten.

Sanierung in Etappen

Die letzte Oberflächenbearbeitung sollte auf Finieren umgestellt werden, damit keine oder nur unbedeutende lose Holzfasern entstehen. Ein Teil der Produktion würde dann mit einer wasserverdünnbaren Tauchgrundierung behandelt und die VOC-Emissionen auf diese Art auf vier Tonnen pro Jahr reduziert werden. Dieser Weg erwies sich leider auch als nicht gangbar. Die Oberfläche wurde glatt und dadurch zu empfindlich gegen örtliche Verletzungen oder Beschädigungen auf dem Bau.

Nur ein einziges farbloses wasserlösliches Produkt mit Lignum Gütesiegel P stand bis Ende 1994 für die Konservierung zur Verfügung. Damit konnte nur ein Teil der Bedürfnisse abgedeckt werden. Mit Abschluss der ersten Etappe Ende 1994 kann das Ziel noch nicht erreicht werden.

Zweite Sanierungsetappe

Aufgrund der starken Zunahme von wasserlöslichen Anstrichstoffen in der holzverarbeitenden Industrie werden zur Zeit neue Oberflächenbearbeitungstechniken entwickelt, die eine Schleifoperation nach der Tauchgrundierung mit wasserlöslichen Produkten erübrigen. Mittelfristig werden auch verschiedene wässrige Grundierungen mit Gütesiegel P erwartet.

Gleichzeitig zur lufthygienischen Sanierung wird eine konstruktive Änderung der Eckverbindungen vorgenommen und damit die Qualität des Produktes generell neu definiert.

Kommentar

Eine lufthygienische Sanierung ist mehr als nur die Umstellung auf eine umweltfreundliche Grundierung.

Mit der lufthygienischen Forderung nach Reduktion der Emissionen wird oft ein Gleichgewicht gestört zwischen Eigenschaften des Produktes und den Anforderungen des Marktes. Dabei waren im vorliegenden Beispiel gewisse Qualitätsmerkmale wahrscheinlich gar nicht spezifiziert, sondern übliche Praxis wie z. B. die Oberflächenbearbeitung.

Die Sanierung wird erfolgreich abgeschlossen sein, wenn sich ein neues Gleichgewicht eingestellt hat.

Fallbeispiel 3

ELMA Electronic AG, Wetzikon

Geschäftstätigkeit

Bausteine für die Elektronik, unter anderem Baugruppenträger und Gehäuse mit Aluminiumprofilen.

Ausgangslage

Beim Betrieb einer Durchlaufreinigungsanlage werden 4,3 Tonnen Perchlorethylen pro Jahr emittiert. Der Betrieb wurde im Oktober 1989 aufgefordert, wegen Überschreitung der Emissionsgrenzwerte den Perchlor-Reinigungsvorgang zu sanieren. Dabei ist zu beachten, dass zu jener Zeit diese Anlage bei Verwendung dieses Stoffes mit der korrekten Bezeichnung «Tetrachlorethylen» gemäss LRV bei einem Massenstrom von 2 kg/h einen Emissionsgrenzwert von hundert Milligramm pro Kubikmeter Abluft einzuhalten hatte. Das kantonale Luft-Programm verlangt mit Massnahme I6 für Reinigungsanlagen, welche mit Perchlorethylen betrieben werden, spätestens bis Ende 1994 Kapselung und Abluftreinigung.

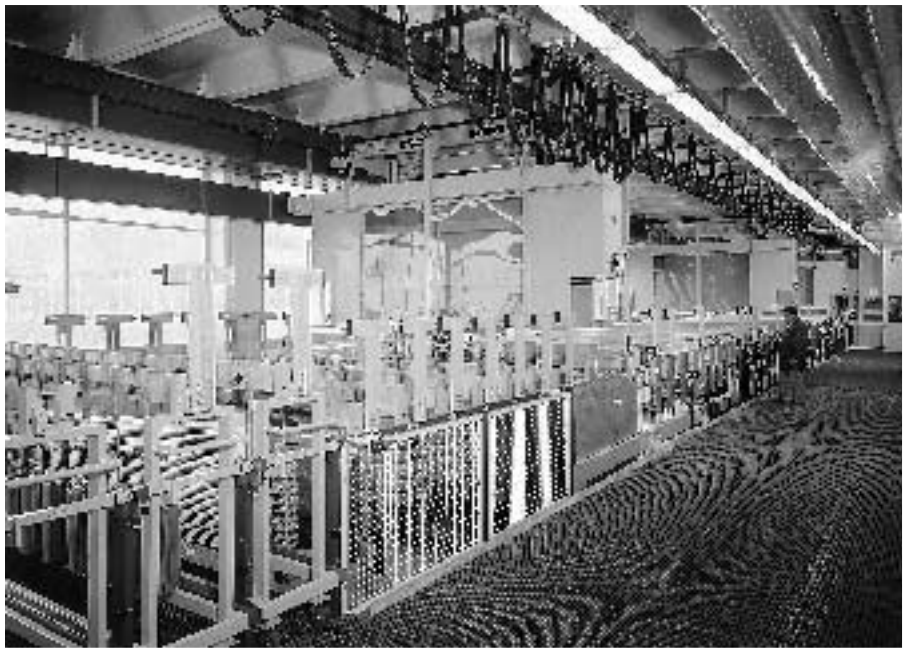
Projektierung der Sanierung

Der Betrieb hatte die Absicht, die bestehende Eloxieranlage für die Aluminiumprofile vollständig zu erneuern. Im Rahmen dieser Erneuerung sollte die bisherige Perchlorreinigung eliminiert und die Teile in der erneuerten Anlage durch ein wässriges Verfahren gereinigt werden.

Standortbestimmung Februar 1991

Im Februar 1991 orientierte das Unternehmen, dass die beabsichtigte Integration des Reinigungsprozesses in die neue Eloxalgalvanik entgegen den Erwartungen aus verfahrenstechnischen Gründen nicht möglich sei. Eine Ersatzanlage werde evaluiert.

Es zeigte sich, dass das Kühlen und Schmieren während der vorgängigen Produktionsoperationen sowie das anschliessende Reinigen vor dem Eloxierprozess einen direkten Einfluss auf die Produktequalität der eloxierten Aluminiumteile hat (Oberfläche = Erscheinungsbild). Probleme bereiteten aber auch sogenannte Sacklöcher. Das sind nicht-durchgehende Bohrungen, aus denen die Reinigungs- und Spülmedien nicht abfliessen können. Weitere Laborversuche und Abklärungen unter Produktionsbedingungen waren nötig.



Neu installierte Eloxieranlage mit integrierten wässrigen Reinigungsbädern der ELMA Electronic AG in Wetzikon

Fotos: ELMA Electronic AG, Wetzikon

Zwischenbericht Dezember 1992

Der Lieferant der evaluierten wässrigen Reinigungsanlage hat seine Offerte vor der Bestellungserteilung zurückgezogen. Neue Versuche sind im Gange.

September 1993: Sanierungsverfügung

Das Unternehmen hat sich nach umfangreichen Abklärungen entschlossen, eine wässrige Reinigung zu realisieren. Als Voraussetzung dazu hat sich gezeigt, dass die eigenen Produkte konstruktiv geändert werden müssen, um eine einwandfreie Reinigungsqualität zu erreichen. Dazu gehörten Formänderungen an den bisher verwendeten Aluminiumprofilen. Als Abschlusstermin wurde September 1994 vereinbart.

Fristerstreckung September 1994 und Stilllegung der alten Anlage

Bei den geänderten Aluminiumprofilen ergaben sich Toleranzüberschreitungen, die vom Unternehmen nicht akzeptiert werden konnten. Die Beschaffung bei neuen Lieferanten beanspruchte Zeit bis Ende 1994.

Beim Reinigen unter Betriebsbedingungen konnten die Laborversuche nicht bestätigt werden. Eine zusätzliche Reinigungsstufe musste beschafft und bis Ende 1994 in die Eloxalanlage eingebaut werden. – Stilllegung der Perchloranlage Ende 1994.

Taktsteuerung der Reinigungs- und Eloxieranlage

Kommentar

Der an diesem Fallbeispiel beschriebene Ablauf einer lufthygienischen Sanierung zeigt, wie sehr die verwendeten Rohstoffe (hier Halbfabrikat Alu-Profil) und die Produktionsverfahren verkettet sind. Das Beispiel lässt den finanziellen Aufwand, vor allem aber auch den zeitlichen Ablauf für die Problemlösung abschätzen.

Das Ziel – die Vermeidung von 4,3 Tonnen Perchlorethylen-Emissionen pro Jahr – ist schliesslich erreicht worden.