

# Schadensanalytik – systematisch vorgehen!

Tritt ein Beschichtungsfehler auf, ist häufig oberstes Ziel, diesen so schnell wie möglich zu beheben. Für eine nachhaltige Problemlösung sollte aber im Fokus stehen, die Ursachen ausfindig zu machen. Hierfür ist eine systematische Fehlersuche sinnvoll.

David Hoffmann

Kommt es während oder nach der Beschichtung von Werkstücken zu einem Fehlerbild, so liegt der Fokus in den meisten Fällen darauf, das Fehlerbild so schnell wie möglich abzustellen. Den Faktor Geschwindigkeit zu priorisieren ist zwar plausibel, impliziert jedoch typischerweise eine relativ unsystematische Vorgehensweise. Das bedeutet, dass das Auffinden der tatsächlichen Ursache sekundär ist, solange ein Weg gefunden wird, das Fehlerbild zu vermeiden. Es wird also schlimmstenfalls unkoordiniert und simultan an mehreren Stellschrauben gedreht, bis das Fehlerbild verschwunden ist. Das trägt jedoch nicht nachhaltig zur Vermeidung des Fehlerbildes bei, da keine tieferegreifende Erkenntnis über die eigentliche Ursache vorliegt. Beim nächsten Auftreten des gleichen Fehlerbildes beginnt dann alles von vorn. Das ist langfristig ineffizient und kann durch eine systematische Vorgehensweise bei der Fehlersuche vermieden werden. Die drei Standbeine sind hierbei eine durch Logik bestimmte Methodik, geeignete analytische Verfahren und ein umfangreiches Fachwissen.

Die Deutsche Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung (DFO) beschäftigt sich seit Jahrzehnten mit Schadensfällen von Beschichtungen und Beschichtungsprozessen. Entsprechend hat sich eine spezialisierte Vorgehensweise etabliert, die allgemein simpel darstellbar ist, in der speziellen Anwendung jedoch komplex wer-

den kann. Der Kern der Methodik ist die prinzipielle Einhaltung folgender Aspekte und Grundsätze:

## 1. Eine systemische Betrachtung des Beschichtungsprozesses

Hierzu zählen nicht nur die Prozessbereiche, in denen tatsächlich beschichtet wird, sondern beispielsweise auch die Vorbehandlung sowie die Herstellungsprozesse von Werkstücken und Beschichtungsstoffen und die gesamte Peripherie, die poten-

ziell einen Einfluss haben kann. Hier spielt auch eine vierdimensionale Betrachtung eine wichtige Rolle, also die Chronik aller Prozesse, Anlagen und Veränderungen. In der Praxis ist dazu gegebenenfalls eine umfangreiche Prozessbegehung nötig, bei der man sich Zeit nehmen sollte. Gespräche mit Mitarbeitern vor Ort können dabei von großem Nutzen sein, um Variationen im Prozess aufzudecken, die ansonsten verborgen blieben. Hierbei gilt es, zunächst alles zu erfassen, auch vermeintlich unwichtige Ereignisse.



Beispiel eines Schadensbildes: Korrosionsschutzbeschichtung mit Haftfestigkeitsstörungen.

## 2. Die richtigen Fragen stellen

Eine genaue Beschreibung des Fehlerbildes bildet die Basis für eine zielgerichtete Ursachensuche. Was genau erkennt man im Fehlerbereich? Sind nur bestimmte Teilbereiche auf den Werkstücken betroffen? Lässt sich das Fehlerbild auf bestimmte Warenträgerbereiche beschränken? Wie hoch ist der Anteil betroffener Werkstücke? Gab es das Fehlerbild schon immer oder ist es plötzlich aufgetreten? Gibt es erkennbare zeitliche Intervalle in denen das Fehlerbild häufiger beziehungsweise stärker oder weniger häufig beziehungsweise stark auftritt? Lässt sich ein Zusammenhang mit anderen Ereignissen herstellen?

Die Summe der Antworten auf all diese Fragen zeichnet ein viel genaueres Bild als nur die Benennung des Fehlerbildes. Entsprechend genau sind alle weiteren Teilbereiche des gesamten Prozesses zu beleuchten:

- Wie ist die zu beschichtende Oberfläche beschaffen (Material, Herstellverfahren, Erstbeschichtung et cetera)?
- Wie werden die Werkstücke vorbehandelt (Schleifprozess, Reinigungsverfahren, Aktivierung, Konversionsschichten et cetera)?
- Wie werden die Werkstücke beschichtet (Beschichtungsstoffe, Beschichtungsverfahren, Trocknungs- und Aushärtungsmethode et cetera)?
- Der Einfluss „Mensch“ (Prozessverständnis der Mitarbeiter/-innen, Kontaminationen durch private Körper- und Kleidungspflegemittel, Durchführung von Prozessüberwachung und Einhaltung von Wartungsplänen et cetera).

Diese Aufzählung ist natürlich individuell erweiterbar und je nach Bedarf weiter unterteilbar, hat jedoch in den meisten Fällen identische Grundzüge. Eine derart differenzierte und vertiefende Betrachtung von Prozessabschnitten muss anschließend wieder gesamtheitlich betrachtet und logisch bewertet werden.

## 3. Vorsicht vor übereilten Interpretationen

Das Sammeln von Informationen sollte möglichst ohne Interpretation vor deren gesamtheitlicher Betrachtung erfolgen. Vorschnelle Interpretationen ohne die Möglichkeit zur Prüfung auf Widerspruchsfreiheit, führen zu möglicherweise falschen Maßnahmen. Zudem können sie bei der weiteren Betrachtung und In-

formationssammlung zu einer selektiven Wahrnehmung führen, da man bereits eine bestimmte Ursache präferiert. Nachdem man sich einen ausreichenden Gesamtüberblick verschafft hat, können logische Zusammenhänge bzw. Widersprüche erkannt werden und die Ursache lässt sich eingrenzen.

## 4. Einsatz der richtigen Analysemethoden

Häufig ist eine Präparation von Fehlerbildern und der Einsatz analytischer Methoden notwendig, um mehr Informationen zum Fehlerbild zu erhalten, die die Ursachensuche erleichtern. Hier gilt der Grundsatz Qualität statt Quantität. Die instrumentelle Analytik umfasst eine enorme Anzahl an analytischen Methoden. Tatsächlich haben sich wenige Methoden für die Charakterisierung von Beschichtungsfehlern etabliert (zum Beispiel IR-Spektroskopie, REM, EDX, DSC, TOF-SIMS etc.), mit deren Hilfe sich weit über 90 % aller Schadensfälle leichter lösen lassen. Allerdings muss auch hier im Einzelfall individuell entschieden werden, welche Methode angewendet werden soll, da jede Methode nur Teilinformationen liefern kann. Beispielsweise ist mittels EDX eine Elementanalyse möglich, die sogar die Elementverteilung in einem untersuchten Bereich darstellen kann. Das mag hilfreich sein, wenn man beispielsweise anorganische Kontaminationen, wie Salze oder Schleifmittlrückstände als Fehlerursache vermutet. Organische Substanzen (Fette, Öle, organische Beschichtungen et cetera) können per EDX nur sehr schlecht bis gar nicht voneinander unterschieden werden, da in allen Fällen zwar die enthaltenen Elemente, wie Kohlenstoff und Sauerstoff detektiert werden, jedoch nicht der entscheidende molekulare Aufbau. Hier hilft die IR-Spektroskopie weiter, die ihrerseits anorganische Substanzen nur in sehr geringem Umfang charakterisieren kann.

## 5. Fachwissen und Erfahrung

Ein umfangreiches Fachwissen und bestmögliche praktische Erfahrung sind essenziell für eine gezielte Vorgehensweise und vor allem für die korrekte Interpretation von prozessbezogenen Zusammenhängen und Analyseergebnissen. Diese trägt maßgeblich zum Erfolg und zur Geschwindigkeit der Ursachen- und Lösungsfindung bei. Allerdings gilt es zu beachten, dass mit

zunehmender Erfahrung die Gefahr vor-schneller Interpretation wächst, da man unter Umständen schon häufig ähnliche oder gleiche Fehlerbilder untersucht hat. Darüber hinaus gilt das Sprichwort „Viele Köche verderben den Brei“. Empfehlenswert ist es derartige Aufgabenstellungen in kleinen Teams oder einer „Task-Force“ zu bearbeiten, um agil und dynamisch vorgehen zu können.

Diese Methodik basiert nicht zwingend auf einer sequenziellen Abarbeitung aller Punkte. Informationserfassung, Analytik und Auswertung können simultan ablaufen, um dem Faktor Geschwindigkeit Rechnung zu tragen. Hier macht es jedoch Sinn, Teilabschnitte (zum Beispiel eingeteilt nach Prozessbereichen, Zeiträumen, Art des Werkstücks et cetera) als Arbeitspakete zu definieren, die in bestmöglichem Sinne isoliert voneinander betrachtet werden können. Das macht eine anschließende gesamtheitliche Betrachtung aber natürlich nicht obsolet.

Auch eine mehrstufige zyklische Anwendung dieser Methodik kann im Einzelfall in Betracht gezogen werden, wenn der Faktor Geschwindigkeit stark ins Gewicht fällt. So kann beispielsweise eine oberflächlichere Vorgehensweise schneller abgeschlossen werden und bei Misserfolg wird im nächsten Durchlauf eine detailliertere und tiefergehende Vorgehensweise praktiziert. Im Einzelfall kann es auch sinnvoll sein, nach einer ersten Einschätzung Teilbereiche des Prozesses bei der Betrachtung zu priorisieren und andere zunächst zurückzustellen. Nachdem die Ursachen eruiert sind, ist eine Aufarbeitung und eine angemessene Dokumentation obligatorisch. Sie soll in bestmöglicher pragmatischer Form dafür Sorge tragen, dass das Fehlerbild beziehungsweise dessen Ursache in Zukunft vermieden oder schnellstmöglich abgestellt werden kann. //

---

### Autor

#### David Hoffmann

Laborleiter

Deutsche Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung e.V., Neuss  
hoffmann@dfon-online.de

www.dfo.info