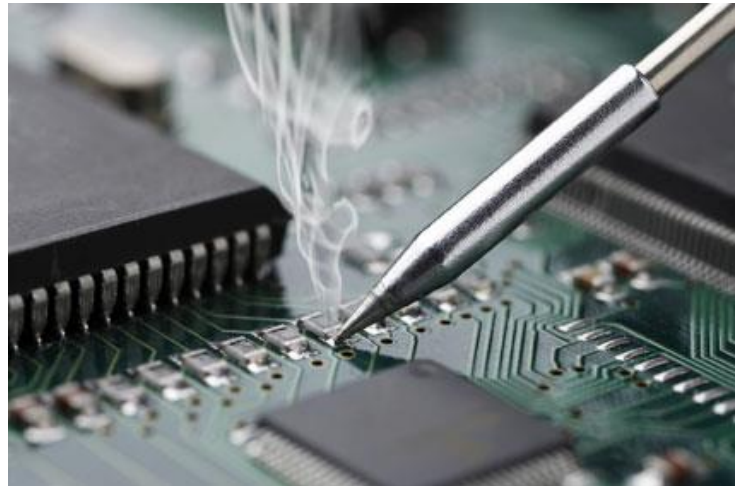


Der Einfluss sauberer Luft auf die Wertschöpfungskette in der Elektronikfertigung



Die Wertschöpfungskette – was ist das eigentlich?

"Jedes Unternehmen ist eine Ansammlung von Tätigkeiten, durch die sein Produkt entworfen, hergestellt, vertrieben, ausgeliefert und unterstützt wird. All diese Tätigkeiten lassen sich in einer Wertkette darstellen."¹ Diese von Michael E. Porter verfasste Definition ist eine von vielen, die man in Fachbüchern, auf Websites und in Nachschlagewerken zur Frage findet, was die Wertschöpfungskette darstellt. Prinzipiell handelt es sich um die Abfolge von Aktivitäten, die ein produzierendes Unternehmen durchführt, um seine Produkte oder Dienstleistungen zu entwickeln, produzieren, vertreiben, auszuliefern und zu betreuen.



Die Wertschöpfungskette wird von drei Hauptparametern wesentlich beeinflusst:

- direkte Aktivitäten, z.B. Forschung, Entwicklung, Fertigung, Auslieferung, etc.
- indirekte Aktivitäten, z.B. Instandhaltung, Anlagenbetrieb, Arbeitsschutz, Umwelt, etc.
- Qualitätssicherung, z.B. Überwachung, Test/Inspektion, Qualitätsmanagement, etc.

Vor allem die indirekten Aktivitäten und die Qualitätssicherung generieren einen großen Kostenanteil an den Gesamt-Investitionen zur Herstellung eines Produktes. Im Folgenden sollen vor allen die indirekten Aktivitäten im Fokus des Artikels stehen.

Indirekte Aktivitäten und deren Einflüsse

Die indirekten Aktivitäten innerhalb der Wertschöpfungskette können in drei Teilbereiche untergliedert werden:

- Instandhaltung – dazu gehören Produktionsmittel und -räume sowie die Gesamtheit aller Anlagen bzw. Systeme
- Produktqualität – dies beinhaltet die Präzision der Fertigung, Fehlerfreiheit, Funktionalität und Sauberkeit
- Arbeitsschutz – inklusive Arbeitskleidung, ESD-Schutz, Verletzungspotenzial und saubere Luft

¹ Porter, Michael Eugene, *Competitive Advantage*, Free Press, New York 1985

Alle drei Punkte haben eines gemeinsam: Sie sind von reiner Luft in den Fertigungsräumen abhängig. Doch in welcher Form?

In der modernen Elektronikfertigung sind eine ganze Reihe unterschiedlicher Verfahren anzutreffen. Verbindungs- und Trenntechniken, Oberflächenbearbeitungen wie Bohren, Sintern oder Fräsen, den Einsatz von Flussmitteln bis hin zu Produktionsverfahren wie 3D-Druck oder Rapid Prototyping. Dabei werden Technologien wie Lasern, Löten, Schweißen oder Kleben eingesetzt – und all diese Prozesse generieren luftgetragene Schadstoffe.

Luftgetragene Schadstoffe und deren Auswirkungen

Kurz formuliert haben Luftschadstoffe negative Auswirkungen nicht nur auf die Gesundheit der Mitarbeiter eines Unternehmens, sondern auch auf Produktionsanlagen und die Produkte selbst.

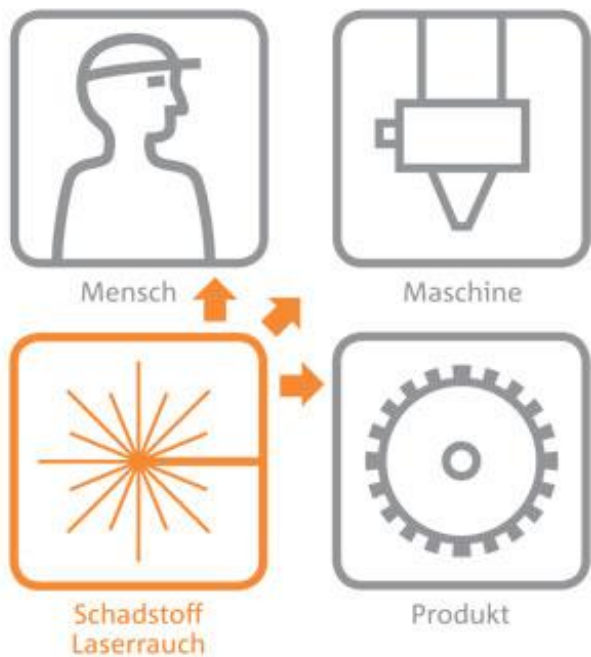


Bild 1: Die dreifache Schadenswirkung von Laserrauch auf Mensch, Maschine und Produkt

Luftgetragene Schadstoffe werden prinzipiell nach Partikelgrößen unterteilt. Diese Klassifizierung fokussiert primär den Einfluss der Emissionen auf den menschlichen Organismus. So werden luftgetragene Schadstoffe nicht nur dahingehend differenziert, ob sie hirn-, nerven- oder atemwegsschädigend sind, sondern ob sie einatembar (E-Fraktion) oder alveolengängig (A-Fraktion) sind. Hierzu gibt es gesetzliche Grenzwerte gemäß DIN EN 481. Diese liegen nach TRGS (Technische Regel für Gefahrstoffe) 9000 für die E-Fraktion bei 10 mg/m^3 und für die A-Fraktion bei $1,25 \text{ mg/m}^3$.

In den gesetzlichen Bestimmungen der TA Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) darf eine Gesamtstaub-Massenkonzentration inkl. Feinstaub von 20 mg/m^3 vorliegen. Dies gilt allerdings nur für gesundheitlich unbedenkliche Stäube und

beinhaltet nicht die sogenannten KMR-Stoffe (karzinogen, mutagen, reproduktionstoxisch).

Luftschadstoffe haben ebenfalls negativen Einfluss auf Fertigungsanlagen und Produkte. Je nach Prozesstechnologie (Lasern, Löten, Schweißen etc.) bestehen Sie aus unterschiedlichen anorganischen und organischen Substanzen, die aufgrund chemischer Reaktionen teils drastische Effekte erzielen. Lötrauch beispielsweise besteht vor allem aus Zersetzungsprodukten von Flussmitteln, Lötwerkstoffen und Rückständen von Reinigungsmitteln, die sich zu klebrigen Aerosolen verbinden können. Diese können fest haftende Schmutzschichten bilden und somit Produktionsanlagen verunreinigen, was die Fertigungsqualität nachhaltig negativ beeinflusst. Wenn etwa elektronische Baugruppen mit klebrigen Stäuben kontaminiert werden, kann dies zu Korrosion der Leiterbahnen führen, was in teilweisem oder sogar komplettem Ausfall der Funktionalitäten resultieren kann. Die Produktqualität leidet somit nachhaltig unter dem Einfluss schädlicher Emissionen.

Absaug- und Filteranlagen und deren Unterstützung

Damit luftgetragene Schadstoffe ihre Auswirkungen nicht entfalten können, müssen Sie so früh wie möglich beseitigt werden. Absaug- und Filteranlagen stellen hierfür eine effektive Lösung dar. Die Vielfalt der angebotenen Systeme ist dabei hoch.

Absauganlagen determinieren sich nach Schadstoffart und -menge, nach deren Einsatz in automatisierten, teilautomatisierten oder manuellen Fertigungen sowie nach Mobilität bzw. Flexibilität.



Bild 2: Mobile Absaug- und Filteranlage für größere Mengen Lötrauch, LRA 1200

Moderne Absaug- und Filteranlagen reinigen die Prozessluft so sehr, dass sie anschließend in den Arbeitsbereich zurückgeführt werden kann. Dies beruht auf entsprechenden Filterkonzepten, die teilweise auch nach speziellen Anforderungen konzipiert werden.

Ein wichtiger Aspekt bei der Luftreinigung ist auch die Erfassung der Luftschadstoffe. Dabei ist die Nähe zur Emissionsquelle von entscheidender Bedeutung – je näher, desto besser. Nicht nur, um den Großteil aller Partikel zu erfassen bevor diese sich ausbreiten können, sondern auch, um den ökonomischen Aufwand zu minimieren. Es gibt die Faustregel, dass der doppelte Abstand zwischen Emissionsquelle und dem Erfassungselement der mindestens vierfachen Ansaugleistung des Absaug- und Filtersystems bedarf.

Als Erfassungselemente Endstücke auf Absaugarmen bezeichnet, die eine optimale Erfassung luftgetragener Schadstoffe gewährleisten. Je nach Schadstoffmenge und –art sowie Luftströmungsprinzipien sind sie in unterschiedlichen Ausführungen – bis zur Kompletteinhausung – erhältlich.

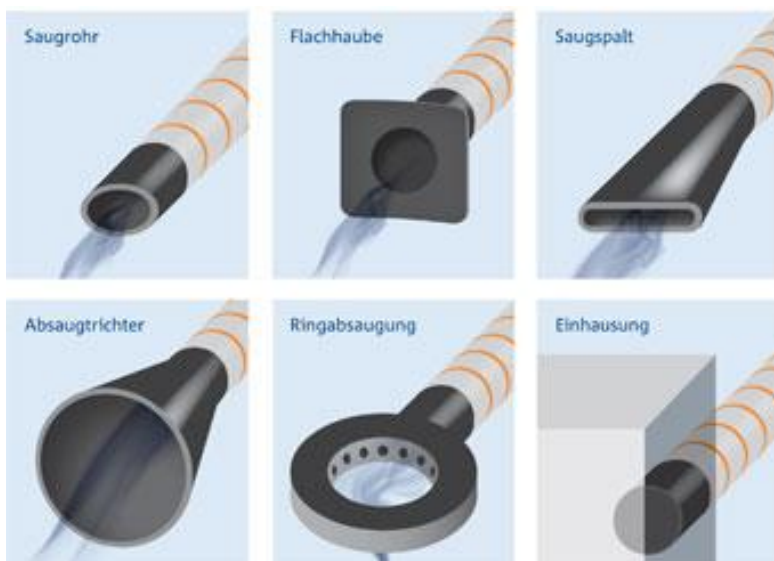


Bild 3: Geometrie von Erfassungselementen (Auswahl)

Prinzipiell leistet das richtige Erfassungselement einen entscheidenden Beitrag zur Qualität des kompletten Absaug- und Filtersystems. Denn die Höhe des Erfassungsgrades ist die Grundlage für nachträglich stattfindende hochgradige Filtration, was schlussendlich im Wirkungsgrad und daher den Schadstoffresten in der rückgeführten Luft resultiert.

Die Wertschöpfungskette und deren Abhängigkeit von reiner Luft

Bei der Analyse der möglichen Auswirkungen von Luftschadstoffen auf die indirekten Aktivitäten innerhalb der Wertschöpfungskette fällt auf, dass alle drei Teilbereiche davon betroffen sind.

- Produktionsmittel und -räume dürfen nicht verschmutzen
- Die Produktqualität und -sauberkeit müssen unter allen Umständen gewährleistet sein – beeinträchtigte Funktionalitäten sind nicht tolerierbar
- Der Schutz der Mitarbeiter ist von höchster Priorität – darauf haben auch die Berufsgenossenschaften ein wachsames Auge

Luftreinhaltung in der Elektronikfertigung geht weit über das Staubsaugerprinzip hinaus. Denn es gilt nicht nur, Schmutz zu beseitigen, sondern vor allem Gefahrstoffe aus der Luft zu entfernen, die drastische Auswirkungen auf Mensch, Maschine und Produkte – folglich auf die komplette Wertschöpfungskette haben können.



Bild 4: Lötrauchabsaugung an manuellem Arbeitsplatz – Einsatz einer Saugspitze am Absaugarm

Autor:

Stefan Meißner, Unternehmenskommunikation ULT AG