

# Einführung: Was passiert eigentlich beim Lasern?

Zurück zur [Hauptseite](#) | Weiter: [Material-Identifikation](#) | [Materialreferenz](#)

---

Um Risiken richtig einschätzen zu können – mit dem nötigen Respekt – müssen wir verstehen, was physikalisch und chemisch passiert, wenn der Laserstrahl auf ein Material trifft.

Lasers sind kein „Lichtmesser“, sondern fokussierte Energiequellen, die Materialien auf extrem kleine Flächen lokal erhitzen – bis zur Zersetzung.

**Merke:** Nicht der Laser „schneidet“ das Material – er bringt es an die Grenze seiner thermischen Stabilität.

Ob es dann verdampft, verkohlt, brennt oder schmilzt, hängt vom Werkstoff ab.

## Der Prozess: Sublimation, Pyrolyse und Schmelzen

Je nach Material, Wellenlänge und Leistungsdichte laufen unterschiedliche physikalisch-chemische Prozesse ab:

### 1. Sublimation / Verdampfen:

Der Feststoff geht direkt in die Gasphase über – ohne flüssige Zwischenstufe.

#### Klassisches Beispiel:

Acryl (PMMA) kann bei passenden Parametern sehr „sauber“, verdampfen. Dabei entstehen u. a. **volatile organic compounds (VOCs)**, insbesondere Methylmethacrylat (MMA).

**Quelle:** [Understand the different fumes when laser cutting](#).

### 2. Pyrolyse und Verbrennung:

Bei organischen Materialien (z. B. Holz, Papier, Leder) kommt es zur thermischen Zersetzung komplexer Moleküle. Es entstehen sichtbarer Rauch, Reizgase/VOCs sowie **Aerosole** und **Feinstäube**. Welche Stoffe dominieren, hängt stark von Temperatur, Materialzusätzen (Leime, Harze) und Sauerstoffangebot ab.

**Quelle:** [Understand the different fumes when laser cutting](#).

### 3. Schmelzen:

Metalle oder thermoplastische Kunststoffe (z. B. Polyethylen, PETG) werden flüssig und durch Druckluft (Air Assist) aus der Schnittfuge geblasen. Beim Wiedererstarren entstehen oft Verfärbungen, Schmauch oder Rückstände.

---

## Absaugung und Deckel

Eine wirksame Absaugung kann Dämpfe/Partikel sehr gut erfassen – **sofern** sie korrekt betrieben wird

(Anlage an, passende Strömung, saubere Filter, Gehäuse geschlossen) (Quelle: [Sicherheit von Laserbearbeitungsmaschinen](#)). Das Gehäuse schützt dabei nicht nur vor Streustrahlung, sondern reduziert auch den direkten Austritt von Dämpfen.

**Trotzdem:** Beim Öffnen des Deckels kann eine Restwolke austreten. Praktisch hilft: nach dem Job kurz warten (z. B. 1-2 Minuten) und erst dann öffnen.

## Geruch: Einordnung und Verhalten

Bestimmte Gerüche lassen sich beim Lasern oft nicht vollständig vermeiden. Der Geruchssinn ist sehr empfindlich und reagiert teils schon auf sehr geringe Konzentrationen. **Geruch allein** sagt daher wenig über die tatsächliche Gefährdung aus - er bedeutet zunächst: Es sind Zersetzungsprodukte in der Luft.

| Situation                                                            | Maßnahme                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Geruch wahrnehmbar, keine Beschwerden                                | Mit Bedacht weiterarbeiten: Absaugung an, Deckel geschlossen, nach dem Job kurz warten.                                      |
| Reizungen (Augen/Hals), Husten, Kopfschmerz, Schwindel oder Übelkeit | <b>Lasern sofort pausieren</b> , lüften/abziehen lassen, Bereich verlassen. Laser dabei <b>nicht unbeaufsichtigt</b> lassen. |

### Warum Geruch kein sicherer Maßstab ist:

Der menschliche Geruchssinn reagiert auf verschiedene Substanzen sehr unterschiedlich empfindlich. Manche Zersetzungsprodukte riechen bereits in harmlosen Konzentrationen intensiv, während andere Stoffe erst in deutlich höheren - und potenziell schädlichen - Konzentrationen wahrnehmbar werden. Hinzu kommt Geruchsermüdung: Bei längerer Exposition nimmt die Wahrnehmung ab, obwohl die Belastung gleich bleibt. Geruch ist daher weder ein zuverlässiger Indikator für Gefahr noch für Entwarnung.

## Warum "Vorsicht" besser ist als "Angst" bei Materialien

„Angst“ blockiert und führt oft zu pauschalen Verboten oder riskantem Trotz. **Vorsicht** ist etwas anderes: Sie bedeutet, dass wir **kontrolliert** arbeiten (Absaugung, Materialkenntnis, Aufsicht) und Entscheidungen auf **Wissen + Quellen** stützen - nicht auf Bauchgefühl oder Gerüchte.

Das Ziel ist nicht „alles ist gefährlich,“ (Panik), sondern ein praktikabler Rahmen:

- **Minimieren statt ignorieren:**  
Exposition so klein wie sinnvoll halten (Absaugung an, Deckel zu, warten, Reinigung/Filterpflege).
- **Stop-Regeln statt Heldentum:**  
Wenn Material unklar ist oder Beschwerden auftreten → Job stoppen, lüften/abziehen lassen, klären.
- **Transparenz statt Mythos:**  
Wir benennen Risiken konkret (z. B. HCl bei PVC) und zeigen Alternativen.

### Technisch betrachtet gilt:

Alle Materialien bestehen aus chemischen Verbindungen (bei Kunststoffen häufig langen Polymerketten). Wird diese Struktur durch die Lasereinwirkung thermisch zersetzt, entstehen neue Substanzen: Gase/VOCs, Dämpfe und Partikel (Aerosole/Feinstaub). Diese können je nach Material

und Prozessbedingungen **reizend, gesundheitsschädlich, ätzend, toxisch** oder im Einzelfall auch **karzinogen** sein.

## Einige Beispiele, was bei einer Zersetzung entstehen kann

- **Holz / Holzwerkstoffe:**

Rauch/Partikel und organische Zersetzungsprodukte; bei Plattenwerkstoffen zusätzlich Leim-/Harz-Anteile

Quelle: [Sicherheit von Laserbearbeitungsmaschinen](#)

- **MDF/Sperrholz:**

wie oben, plus je nach Klebstoffsystem zusätzliche Reizgase (z. B. Formaldehyd-haltige Komponenten)

Quelle: [Sicherheit von Laserbearbeitungsmaschinen](#)

- **Acryl (PMMA):**

häufig dominieren MMA/VOCs; typischer „süßlicher“ Geruch

Quelle: [DGUV/IFA Info 0399](#)

- **ABS:**

Zersetzung kann ein komplexes VOC-Gemisch erzeugen; je nach Prozess können auch toxische Einzelstoffe enthalten sein (z. B. cyanidhaltige Verbindungen).

Quelle: [DRS Illinois LaserCutters](#)

- **PVC:**

HCl und weitere chlorierte Zersetzungsprodukte; zusätzlich korrosiv für Maschinenkomponenten

Quellen: [DGUV/IFA Info 0399](#)

## Doppelte Gefahr bei halogenierten Polymeren (z. B. PVC, PTFE):

1. **Gesundheit:** Chlor- oder Fluorwasserstoff reizen oder verätzen die Atemwege. In feuchter Luft bildet sich daraus Salz- bzw. Flusssäure (Quellen: [DGUV/IFA Info 0399](#)).
2. **Technik:** Diese Säuregase können Metallteile, Spiegel, Führungen und Elektronik angreifen; Korrosion ist kein „Langzeit-Thema“, (Quelle: [DGUV/IFA Info 0399](#)).

**Fazit:** Auch wenn viele Laserprozesse optisch harmlos erscheinen – sie sind chemisch hochaktiv. „Kein Rauch“ heißt nicht „keine Gefahr“.

## Quellen

- [Sicherer Umgang mit Laserbearbeitungsmaschinen](#)
- [Sicherheit von Laserbearbeitungsmaschinen](#)
- [DGUV/IFA Info 0399](#)

---

## Die Rolle der Technik: Air Assist und Abluft

### Abluftanlage

- **Ziel:** Partikel und Gase möglichst **direkt an der Entstehungsstelle** erfassen und aus dem Gerät/Arbeitsbereich entfernen (Quelle: [Sicherheit von Laserbearbeitungsmaschinen](#)).

- **Typische Filterstufen (wenn vorhanden):** Vorfilter (grobe Partikel) → HEPA (Feinstaub) → Aktivkohle (viele organische Dämpfe/VOCs) (Quelle: [Sicherheit von Laserbearbeitungsmaschinen](#)).  
*Hinweis:* Nicht jede Makerspace-Anlage hat alle Stufen; manche führen nur nach außen ab.
- **Außenabluft ohne Filter:** Kann Gerüche/Emissionen in die Umgebung tragen; deshalb Materialauswahl und Rücksicht (Nachbarn/Umwelt) ernst nehmen (Quellen: [DGUV/IFA Info 0399](#), [Sicherheit von Laserbearbeitungsmaschinen](#)).

## Air Assist (Druckluft an der Düse)

1. Bläst entstehenden Rauch sofort aus dem Laserstrahl – verhindert Rückreflexion, ungenaue Schnitte.
2. Schützt die Optik vor Ablagerungen und Schmutz.
3. Kühlt Materialoberfläche und beugt Flammenbildung vor.
4. Unterstützt die Strömung in Richtung Absaugpunkt (bessere Erfassung im Gehäuse).

**Achtung bei porösen oder thermisch trägen Materialien** (z. B. Wolle, Filz): Der Luftstrom kann eine Glut in tieferen Schichten anfachen, die verzögert aufflammt. Dies ist ein häufiger Brandursprung in Lasercuttern.

## Exkurs: Schutzgas vs. Druckluft

In der Industrie und Forschung wird oft mit reinem Stickstoff (N<sub>2</sub>) oder Argon (Ar) gearbeitet, um Oxidation zu verhindern (blanke Schnittkanten bei Metall). Im Makerspace nutzen wir meist **Druckluft**.

- **Vorteil:** Kostengünstig und effektiv zum „Freiblasen“ des Schnitts.
- **Nachteil:** Druckluft enthält ~21 % Sauerstoff. Sie fördert daher Oxidation/Verbrennung. Bei Holz ist das oft akzeptiert (dunkle Schnittkanten), bei Metallen bzw. Anforderungen an „blanke“ Kanten ist Inertgas überlegen.

### CO<sub>2</sub>-Laser und Metalle - Grundregel:

- \* CO<sub>2</sub>-Laser können **keine Metalle schneiden** – die Wellenlänge (10.600 nm) wird von blanken Metalloberflächen reflektiert.
- \* **Nur Gravur auf beschichteten/eloxierten Oberflächen** möglich (z. B. eloxiertes Alu, lackiertes Blech – die Beschichtung wird abgetragen).
- \* **GEFAHR:** Blanke/polierete Metalle reflektieren den Strahl unkontrolliert zurück → Zerstörung der Laserröhre/Optik, Brandgefahr!
- \* Für Metallschneiden: **Faserlaser** oder **CNC-Fräse** verwenden.

Zurück zur [Hauptseite](#) | Weiter: [Material-Identifikation](#) | [Materialreferenz](#)

From:  
<http://wiki.warpzone.ms/> - **warpzone**

Permanent link:  
<http://wiki.warpzone.ms/laserschneider:einfuehrung>

Last update: **11.04.2026**

