

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.

Laser 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	Lasern sofort pausieren , lüften/abziehen lassen, Bereich verlassen. Laser dabei nicht unbeaufsichtigt 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 (N₂) 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.

CO₂-Laser und Metalle - Grundregel:

- * CO₂-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?rev=1775935071>

Last update: **11.04.2026**

