

Warum sollte man den THERMISCHEN ENTGRATPROZESS TEM einsetzen?

Das thermische Entgraten TEM ist eine unkonventionelle aber sichere Art und Weise, um potentiell lose Grate, Formgrate, Haargrate und unerwünschte Ablagerungen an Werkstücken vollständig zu beseitigen. Ein Gasgemisch, welches das Werkstück umgibt wird kontrolliert gezündet. Die dabei kurzzeitig erzeugte Wärmemenge bewirkt, dass der Flammpunkt der Grate (metallisch oder nichtmetallisch), die dem Werkstück anhaften, überschritten wird und die Grate oxidieren bzw. verbrennen.

Durch TEM werden alle unzugänglichen Grate und Rückstände aus der Vorbearbeitung sicher beseitigt.

Der wesentliche Vorteil des TEM-Prozesses ist, dass der gasförmige Energieträger das gesamte Werkstück gleichmäßig einschließt, in Vertiefungen, Sacklochbohrungen eindringt und schwer zugängliche Bohrungsverschneidungen erreicht, um so jedes potentiell loses Teilchen in den TEM-Prozess einzubeziehen.

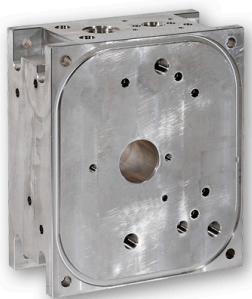
Das thermische Entgraten ist das einzige Verfahren, mit dem nicht nur alle Grate sondern auch Rückstände aus der Vorbearbeitung sicher beseitigt werden. Diese Eigenschaft hat besonders auch für Werkstücke mit sicherheitsrelevanter Anwendung wesentliche Vorteile. TEM ist ein wiederholbarer und gleichmäßiger Prozess.

Der Prozess wird durch kein verschleißendes Entgratmedium beeinflusst. Daher ist die Prozesswirkung auf das Werkstück oder die Werkstücke nicht nur über einen Entgratzyklus gleichmäßig, sondern auch über alle Werkstücke einer Losmenge, die nacheinander entgratet werden.



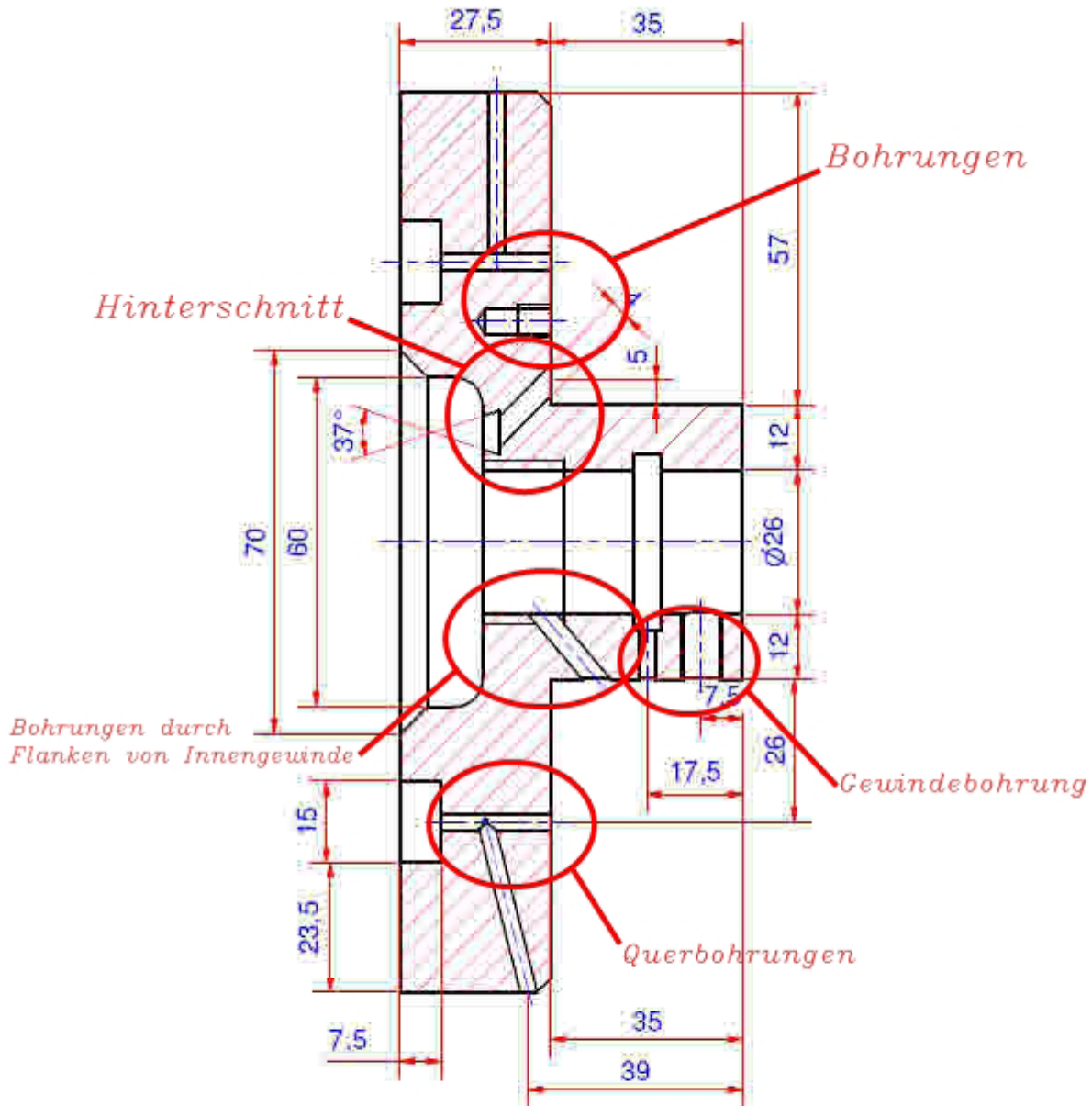
Ein einfaches Verfahren

Das Verfahren könnte nicht einfacher sein. Eine dicht verschleißbare Stahlkammer wird mit Werkstücken und einem mit Brenngas und Sauerstoff angereichernten Gasgemisch gefüllt. Das Gasgemisch wird gezündet. Die Zündung bewirkt, dass die Temperatur innerhalb der Kammer für ungefähr 20 Millisekunden auf bis zu ca. 3.500°C ansteigt. Die relativ kleine Wärmemenge, die kurzzeitig erzeugt wird hat so gut wie keinen Einfluss auf die metallurgischen Eigenschaften der Werkstücke in der Entgratkammer. Der Wärmeeffekt wirkt auf Bereiche, deren Oberfläche im Verhältnis zu Masse zu groß ist um die aufgenommene Wärmemenge sicher abzuführen. Dies trifft perfekt auf Grate und Späne zu. Mit der Gaszündung erwärmen sich diese. Die Temperatur überschreitet den Flammpunkt und führt zur Verbrennung der Grate. Sobald die Flamme die Gratwurzel erreicht, wird die verbleibende Wärmemenge sicher über die Hauptmasse des Werkstücks abgeleitet und der Brennvorgang beendet. Während des Verfahrensablaufs beseitigt der TEM-Prozess auch abgelagerte Rückstände auf den Werkstücken. Die Verbrennung produziert Metalloxyde des Materials. Das entstehende Metalloxyd kondensiert teilweise auf der Werkstückoberfläche. Es kann aber leicht durch einen geeigneten Waschprozess beseitigt werden.



Die Einstellung der Verfahrensparameter des thermischen Entgratverfahrens, wie das Mischungsverhältnis von Brenngas und Sauerstoff, die resultierende Prozesswärme, die maximale Prozesstemperatur, der resultierende Prozessdruck und die Prozessdauer ist relativ komplex. Zur Erzeugung eines optimalen Entgratergebnisses ist es notwendig die Parameter hinreichend auf die Werkstückanforderungen einzustellen. Mit unserer hochwertigen Maschinenausführung, der einfach zu bedienenden Steuerung, der hochwertigen und dem Stand der Technik entsprechenden Gasversorgung unserer thermischen Entgratanlagen und der Erfahrung unserer Entgrattechniker sind wir in der Lage den thermischen Entgratprozess bei der Inbetriebnahme individuell auf die Vorbearbeitungseigenschaften der verschiedenen Werkstücke und Materialien anzupassen. Mit dem Kauf einer thermischen Entgratanlage vermitteln wir einen Großteil unseres Wissens und unserer Erfahrung an unsere Kunden.

Löst alle Anforderungen beim Entgraten

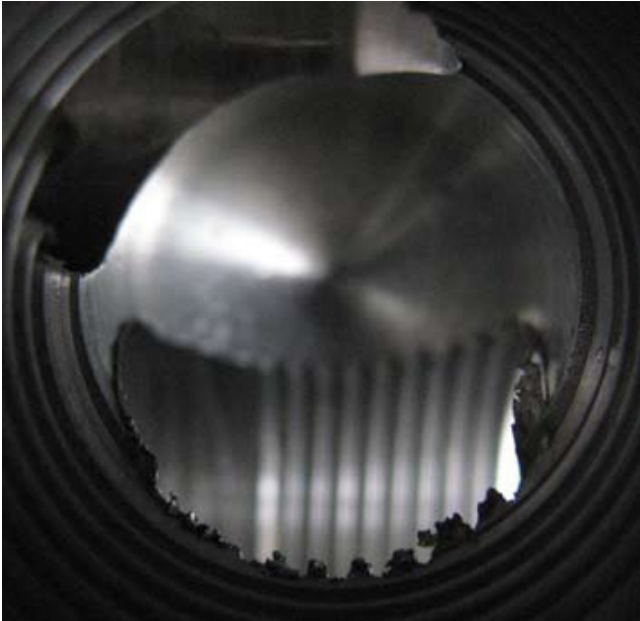


Beseitigen von

- unzugänglichen Graten
- von Fremdkörpern und metallischen Verschmutzungen
- gefährlichen Graten
- Menschliche Fehler / Bedienerfehler
- durch Grate verursachte Montageprobleme
- wirkungslosem oder fehlerhaftem Entgraten

Das thermische Entgraten löst alle Probleme mit einem „Blitz“

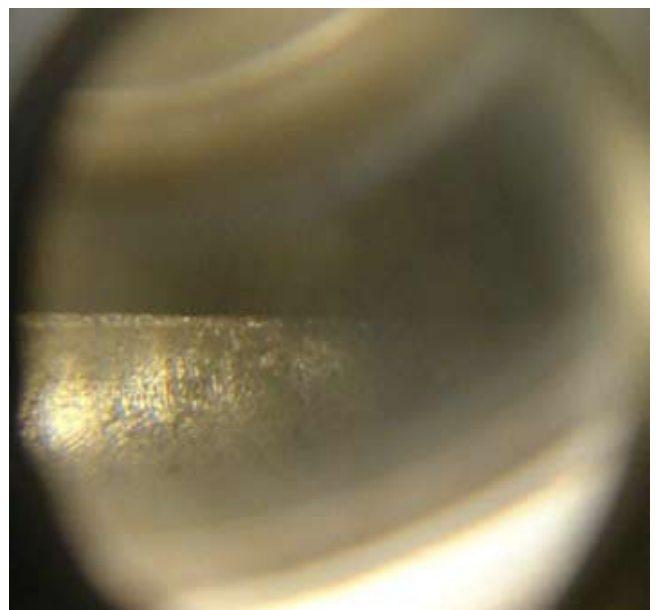
Arbeitsbeispiele, welche typische Entgratstellen vor und nach dem thermischen Entgraten zeigen



Verteilerblock aus Aluminium, Querbohrung schneidet Gewindebohrung
Zeitersparnis gegenüber Handentgraten ca. 3x so schnell.



Stahlwerkstück - nach dem Bohren bleibt ein typischer Kronengrat mit Gratkappe stehen.
Zeitersparnis gegenüber Handentgraten ca. 2x so schnell.



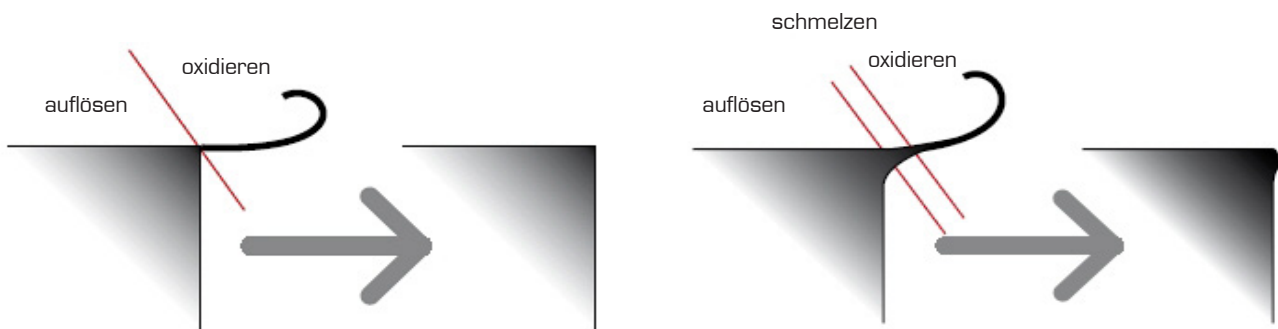
Rostfreier Stahl - feine Fräsgrate , 0,1mm dick, werden beim Handentgraten leicht übersehen.
Zeitersparnis gegenüber Handentgraten ca. 10x so schnell.

Das thermische Entgraten ist ein unkonventioneller Prozess. Er beruht auf die extremen Massenunterschiede zwischen der Hauptmasse eines Werkstücks und der Masse der anhaftenden Bearbeitungsgrate. Weiterhin beruht der Prozess auf die Unfähigkeit kleiner Teile oder Massen zugeführte Wärme schnell wieder abzuführen. Bei Graten wird die Temperatur über den thermischen Entgratprozess schnell bis über den Flammpunkt hochgetrieben, so dass diese komplett verbrennen.

Der Hauptteil der mit den Metalloxiden angereicherten Verbrennungsgase wird abgesaugt aber ein Teil kondensiert als Oxydpulver (abhängig von der abgetragenen Masse des Grates) auf der Oberfläche des entgrateten Werkstücks. Das abgelagerte Metalloxyd kann nach dem Entgraten mit einem einfachen Reinigungsprozess beseitigt werden. Hierfür werden die Werkstücke entweder mit einem speziellen neutralen Reiniger und Ultraschallunterstützung gewaschen oder z. B. mit 20-prozentiger Phosphorsäure für Stahlteile bzw. mit Reinigungsmittel, das für die Vorbereitung zu Anodisieren von Aluminiumteilen verwendet wird.

Grundsätzlich ist der thermische Entgratprozess eine chemische Reaktion, die durch Hitze eingeleitet wird. Die Hitze wird durch Zündung eines Brenngas-Sauerstoffgemisches erzeugt. Das Gasgemisch ist unter Druck in einer abgedichteten Kammer eingeschlossen. Die Kammer ist abhängig von der Bauart der Maschine, in der sie eingebaut wird und hat z. B. die Abmessung $\varnothing 250\text{mm}$ und 300mm Höhe. Die Zündung des Gasgemisches dauert nur 20 Millisekunden. Es werden in dieser Zeit Temperaturen zwischen 2,500 und 3,500°C erreicht. Der Hauptteil dieser Hitze trifft auf die Werkstückoberfläche und wird von dieser sicher über die Werkstückmasse abgeleitet. Aluminiumteile erreichen dabei eine Temperatur von 55-60°C während Stahlteile Temperaturen von ungefähr 150°C erreichen. Dies auch, weil Stahlteile häufig zweimal hintereinander bearbeitet werden. Dadurch, dass bei der Entgratung ein Gasgemisch eingesetzt wird, werden auf der Werkstückoberfläche keine Kratzer verursacht, ist keine Bohrung unerreichbar tief, kein Grat unerreichbar und noch wichtiger, es wird kein Grat, keine Ablagerung oder Verschmutzung am Werkstück verfehlt oder ausgelassen.

Der Prozess wurde zuerst von den Herstellern für Hydraulikteile und von der Gießereiindustrie eingesetzt. Die Hydrauliker begrüßten die Eigenschaft des Prozesses, dass garantiert die kleinsten aber auch unangenehmsten Grate beseitigt werden, die sonst sehr wahrscheinlich später im Betrieb abfallen würden. Dabei wurde die Vermutung vorausgesetzt, dass die Grate, die bei der Zündexplosion während des Prozesses nicht abfielen auch später im Betrieb nicht abfallen würden. Die Menge, die an Graten beseitigt werden kann wird durch die verfügbare Wärmemenge, das Werkstückmaterial und die Form des Grates beeinflusst. Die Grate, die beim Fräsen mit scharfen Werkzeugen erzeugt werden sind gleichmäßig geformt und dünn. Durch den thermischen Entgratprozess werden diese Grate dann sauber bis zur scharf ausgeformten Werkstückkante verbrannt. Stumpfe Werkzeuge erzeugen Grate, die zunächst an der Werkstückkante zu Materialaufwürfen führen bevor diese in den eigentlichen Grat übergehen. Bei dieser Gratausbildung wird der Abstand überschritten bis zu dem der Temperaturabfall zu einer vollkommenen Verbrennung von Grat und Materialaufwurf führt. Die losen Teile des Grates werden noch verbrannt. Der nächste Bereich des Grates wird dann zurück geschmolzen und, abhängig von der Geometrie des Grates, hinterlässt eine erhabene Kante an der Wurzel des Grates, an der die Wärme sicher in die Werkstückhauptmasse abgeleitet wurde.



Scharfe Werkzeuge führen zu scharfen Kanten

Stumpfe Werkzeuge führen zu erhabenen Kanten

Der einfachste Weg, die richtigen Parametereinstellungen zu finden, führt über den Versuch. Dabei werden auch die optimalen Vorbearbeitungsbedingungen für das Werkstück ermittelt und festgelegt. Desweiteren die Spannweite der möglichen Gratlängen, bei denen der Entgratprozess noch akzeptable und wiederholbare Entgratergebnisse liefert. Das TEM-Verfahren ist eine verlässliche Alternative um auch ziemlich große Grate zu beseitigen, indem man die die Wärmeenergie immer weiter erhöht. Schließlich findet man eine Einstellung, bei der auch die größten Grate beseitigt werden. Große Grate tendieren dazu, dass sie im Prozess schmelzen. Die Schweißperlen dieser Grate verschweißen meist mit dem Werkstückkörper oder sie explodieren und Spritzer setzen sich als kleinere Schweißperlen auf der Werkstückoberfläche ab. Dieses Verhalten ist besonders für Aluminium typisch. Aus diesem Grund ist es empfehlenswert, dass lose Späne, die in Bohrungen festsitzen vor dem TEM-Entgraten zu entfernen. Größere, an Werkstücken anhaftende Gratlappen entfernt man besser vor dem TEM-Entgraten z. B. mit Nylon-Bürsten um beim thermischen Entgraten ein gleichmäßigeres Entgratergebnis zu erhalten. An den Werkstücken anhaftendes Öl muss vor dem TEM-Prozess entfernt werden, weil anhaftendes Öl zu einer Frühzündung innerhalb der TEM-Maschine führen kann. Verdampfendes Öl bindet die Wärmeenergie und verursacht eine schwarze Kohlestoffablagerung auf den Werkstücken und reduziert die Entgratwirkung. Die Wärme kann aber an anderer Stelle den schwächsten Teil des Werkstücks finden. Dies ist normalerweise der dünnste Bereich des Werkstücks, der durch den Prozess überhitzt und schmelzen könnte. Im Gusswerkstücken eingegossene Kavernen oder poröse Bereiche können durch einen zu stark eingestellten Prozess aufgesprengt werden. Gewinde bleiben durch den Prozess normalerweise unbeeinflusst, weil hinter den Gewindespitzen genügend Material ist, um die Wärme ausreichend abzuleiten. Einschränkungen können dann gemacht werden, wenn die Gewindegänge kleiner als die zu beseitigenden Grate sind. Der dünne Einlauf des Gewindeganges und alle feine Haargrate werden durch den TEM-Prozess abgebrannt.

Der TEM-Prozess hat normalerweise keine oder aber nur einen sehr minimalen Einfluss auf die Metallurgie des Werkstoffs. Vernachlässigbar sind gewöhnlich die zu beobachtenden Größenänderungen der Werkstücke durch das TEM-Verfahren. Die Gratwurzeln von Werkstücken können bis in eine Tiefe von wenigen Mikrometern aufgehärtet werden. Sehr feine, dünne Konturen, wie z. B. bei Röhren oder Blechgehäusen können durch den TEM-Prozess verformt werden oder gar platzen. Die Gefahr von Beschädigungen wie Dellen an den Werkstücken können durch geeignete einfache Vorrichtungen beseitigt werden. In diesen Vorrichtungen können bei Bedarf auch Wärmeabschirmungen eingebaut werden, um empfindliche Bereich der Werkstücke so vor Überhitzung zu schützen.