

Werkstoffuntersuchung korrosionsbeständiger Stahl 1.4404

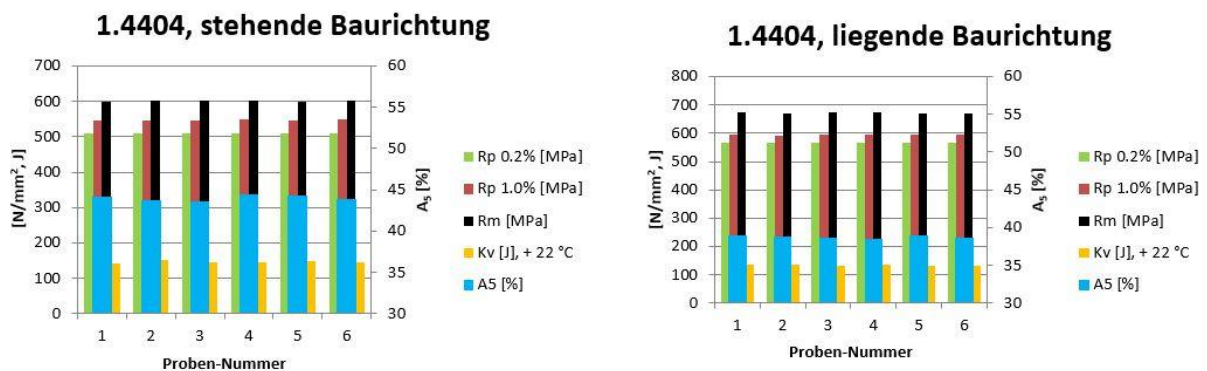
Ein Vorurteil, mit welchem ein Gros der SLM-Anbieter heutzutage konfrontiert wird, ist, dass die verbauten Werkstoffe als nicht vollwertig, porös oder grundsätzlich undicht betrachtet werden. Um die These, dass im SLM-Verfahren vollwertige Bauteile mit einer Gefügedichte von >99.9% hergestellt werden, mit Fakten zu unterlegen, hat die Firma Ecoparts AG mit der grossen Unterstützung von Herr Michael Sieger, Dipl.-Ing. (TH) Metallurgie und Werkstofftechnik, diverse Bauteiluntersuchungen erstellt.

In Bezug auf den zu untersuchenden Werkstoff hat man sich für einen korrosionsbeständigen Stahl 1.4404 entschieden, da die Typischen Anwendungen von der Luft- und Raumfahrt, Turbinen-, Kraftwert- und Lebensmittelindustrie reichen und auch in der Uhren- und Schmuckbranche eingesetzt werden – ein Werkstoff welcher in vielen Industrien weltweit eingesetzt werden kann.

Die additiv gefertigten Bauteile im 1.4404 wurde den folgenden Prüfungen unterzogen:

- Anisotrope mechanische Eigenschaften - stehend und liegende Baurichtung
- Gefügeschliff - Mikro-/Makrostruktur
- EDX-Analyse
- Computertomographie

Anisotrope mechanische Eigenschaften

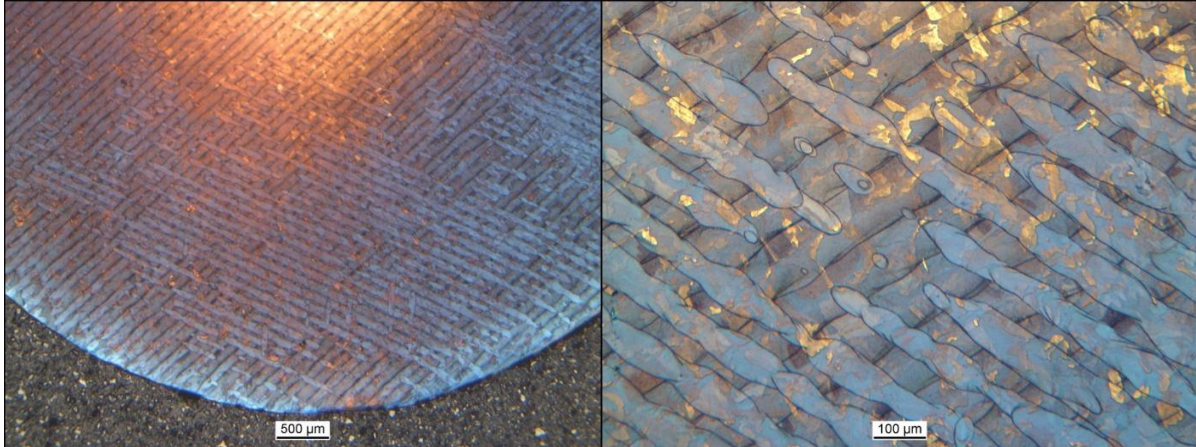


Die stehende Baurichtung der Zugprobe führt zu herabgesetzten Festigkeitswerten durch Kerbwirkung senkrecht zur Belastungsrichtung. Die liegende Baurichtung führt zu Zugfestigkeiten von +70 Mpa, da die Kerbwirkung der Lagentechnik parallel zur Belastungsrichtung verläuft

Beim Kerbschlagbiegeversuch herrscht in Bezug auf die Baurichtung eine kongruente Gesetzmässigkeit wie beim Zugversuch.

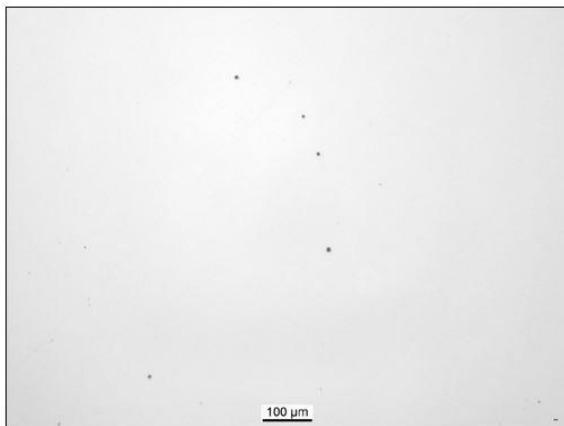
Gefügeschliff

Um das Gefüge genauer untersuchen zu können, wurden mittels Gefügeschliffen von den SLM gefertigten Bauteilen die Makro- und Mikrostruktur der Teile untersucht.



Im Vergleich zu einem Gussgefüge sieht man folgend links die Mikrostruktur des SLM-Gefüges bei 100-facher Vergrößerung (ungeätzt) und rechts das Gussgefüge eines 1.4404 mit derselben Vergrößerung.

SLM-Gefüge: X2CrNiMo17-12-2 (1.4404)



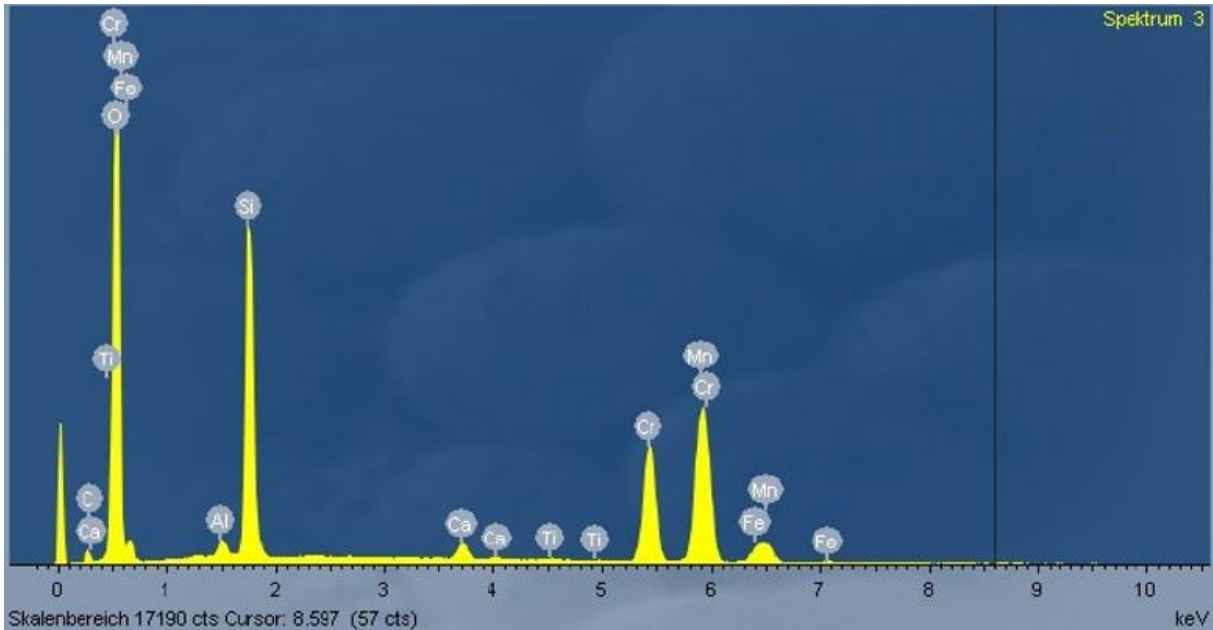
Gussgefüge: GX5CrNiMo19-11-2 (1.4408)



Der prozentuale Anteil an Einschlüssen ermittelt durch Flächenbestimmung beträgt 0.06 %. Somit weist das SLM-Gefüge des untersuchten 1.4404 Probebauteil eine Dichtigkeit von 99.94% auf.

EDX-Analyse

Um die vorhandenen oxydischen Einschlüsse genauer eingrenzen, resp. definieren zu können und somit auf Ihre Auswirkung zu untersuchen, wurde eine EDX-Analyse (Energiedispersive Röntgenspektroskopie) durchgeführt.

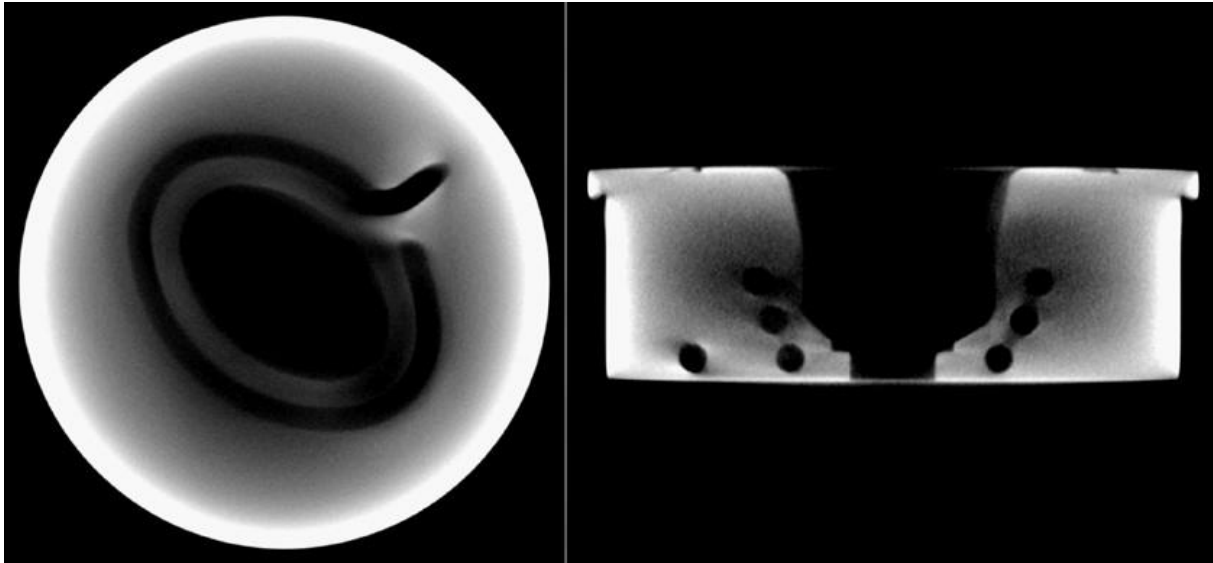


Bei den Einschlüssen handelt es sich um klassische Silikatschlackeneinschlüsse wie sie beim Schweiß- und Giessprozess ebenfalls auftreten und sind als unkritisch zu bewerten.

Computertomographie

An einem Bauteil, welches in der Tubenfertigung im Spritzguss eingesetzt wird, wurde eine Computertomographie gemacht, damit man die Geometrie der inneren Kühlkanäle sieht. Das Bauteil ist ebenfalls im korrosionsbeständigen Stahl 1.4404 additiv hergestellt und hat im inneren eine Kühlkanal-geometrie mit dem $\text{Ø}1.3\text{mm}$.





Wie auf dem Bild ersichtlich ist, sind die Kühlkanäle trotz des geringen Durchmessers von lediglich 1.5mm pulverfrei und können somit ihre Kühlfunktion voll und ganz gerecht werden.

Fazit

Aus den oben beschriebenen Prüfungen ist ersichtlich, dass die mechanischen Eigenschaften bei beiden Baurichtungen weit über den Norm-Sollwerten ohne Wärmebehandlung liegen:

Halbzeug 1.4404/ SLM 1.4404:	$R_{p0.2\%}$	≥ 200 MPa	(500-580 MPa)
	R_m	$= 500-700$ MPa	(600-680 MPa)
	A_5	≥ 30 %	(38-44 %)

Weiter weist das Gefüge eine Dichtheit von 99.96% aus, die vorhandenen Einschlüsse sind rund und daher unkritisch, es besteht keine Anhäufung von Einschlüssen und somit herrschen ideale Voraussetzungen für eine hohe Korrosionsbeständigkeit.