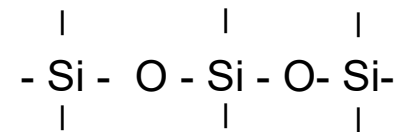
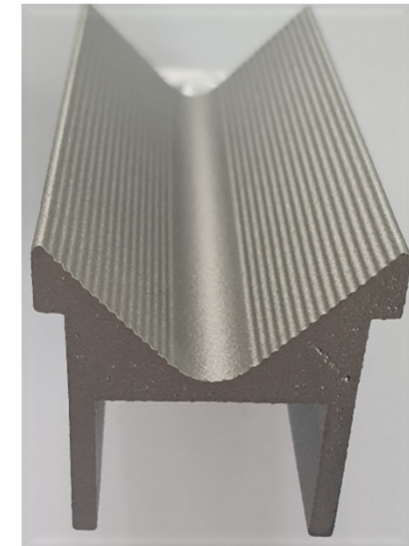
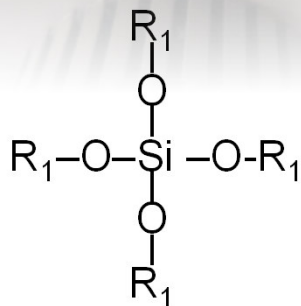


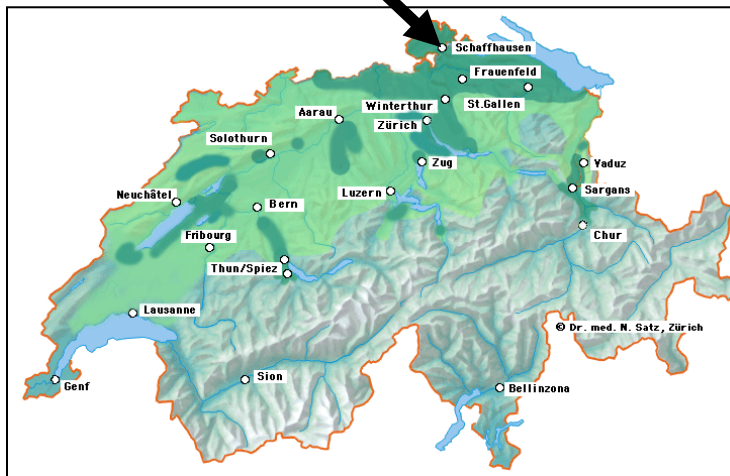
Glasantige, funktionelle und dekorative Beschichtungen für den 3D Metalldruck



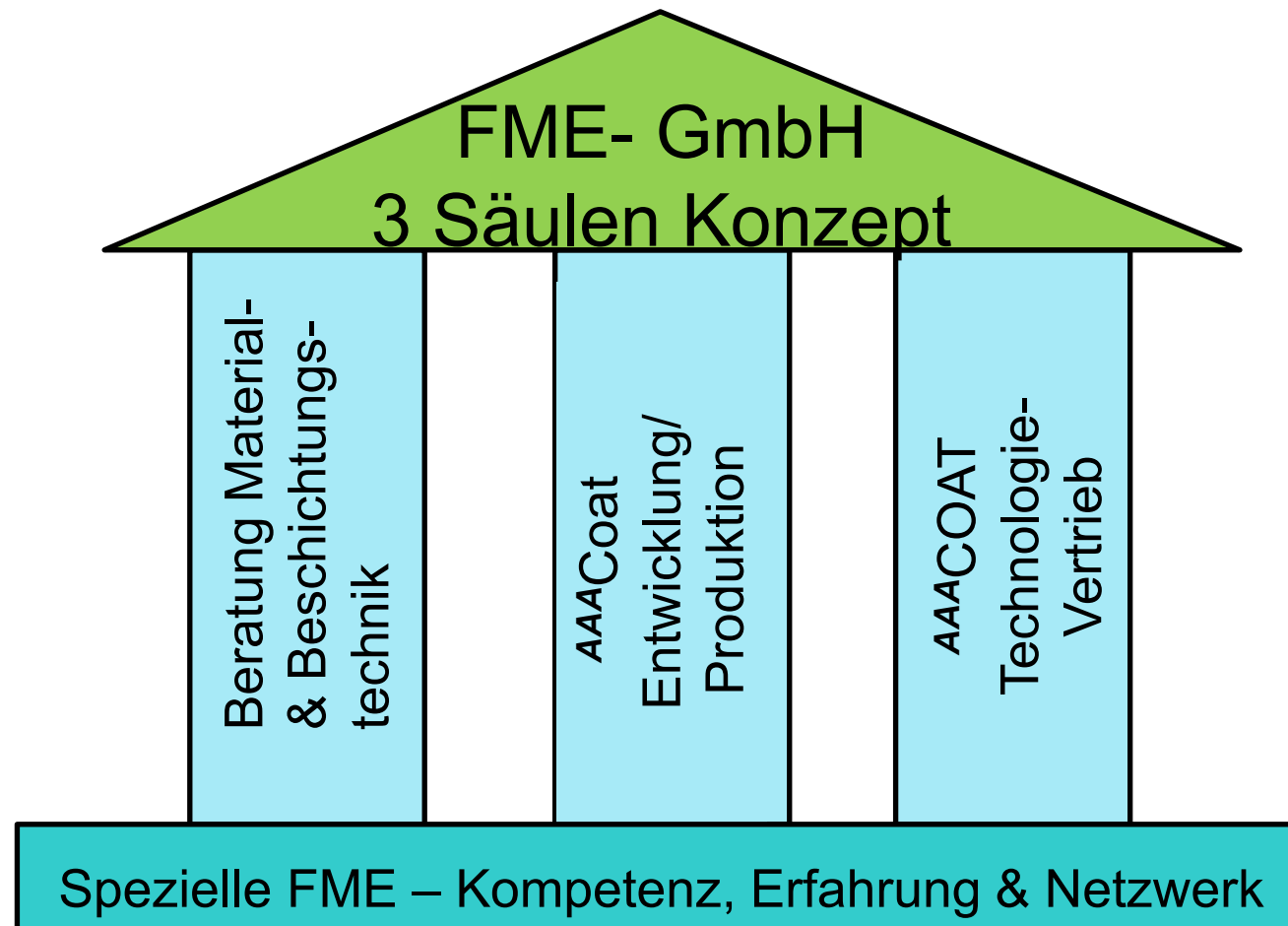
Vortrags-Übersicht

- FME GmbH – Kurzporträt
- *AAA*COAT – Glasartige SiO₂ – Beschichtung mit Sol - Gel Technologie
- 3D Metalldruck – Besonderheiten für die Oberflächenbehandlung
- Beispiele *AAA*COAT- beschichtete 3D Metalldruckteile
- Ergebnisse *AAA*COAT- beschichteter Aluminium- Teile nach Sterilisation mit alkalischem Medizinalreiniger
- Zusammenfassung

Vorstellung: FME- GmbH Standort

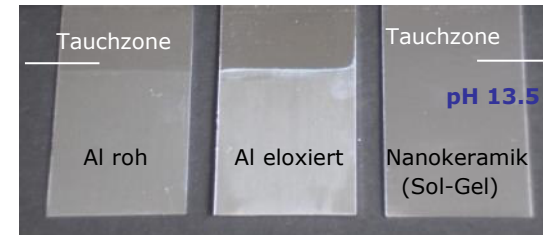


Technopark RhyTech
Neuhausen am Rheinflall
Schweiz
CH - 8212 Bad. Bahnhofstrasse 16



Sol- Gel- Beschichtungen (glasartig)

- ❖ Entwicklung und Herstellung von glasartigen (nanokeramischen) Beschichtungsstoffen auf Sol- Gel Basis («modifiziertes Siliziumdioxid»)



Test :Alkalibeständigkeit von beschichteten Aluminium

Technische Beratung

- ❖ Technisch/ wissenschaftliche Unterstützung bei Entwicklungsprojekten (Nanobeschichtungen)
- ❖ Problemlösungen bei Oberflächen (Beschichtungs- und Korrosions- Problemen (Metalle: Aluminium, Stahl, Kupfer-Legierungen,...))



Bsp. Entzinkung Messing

Technische Untersuchungen

- ❖ Oberflächen Qualitätsanalysen (Schichtcharakterisierung, Schnelltests, elektrische Durchschlagfestigkeit, Lichttechnische Messungen, Glanz..)



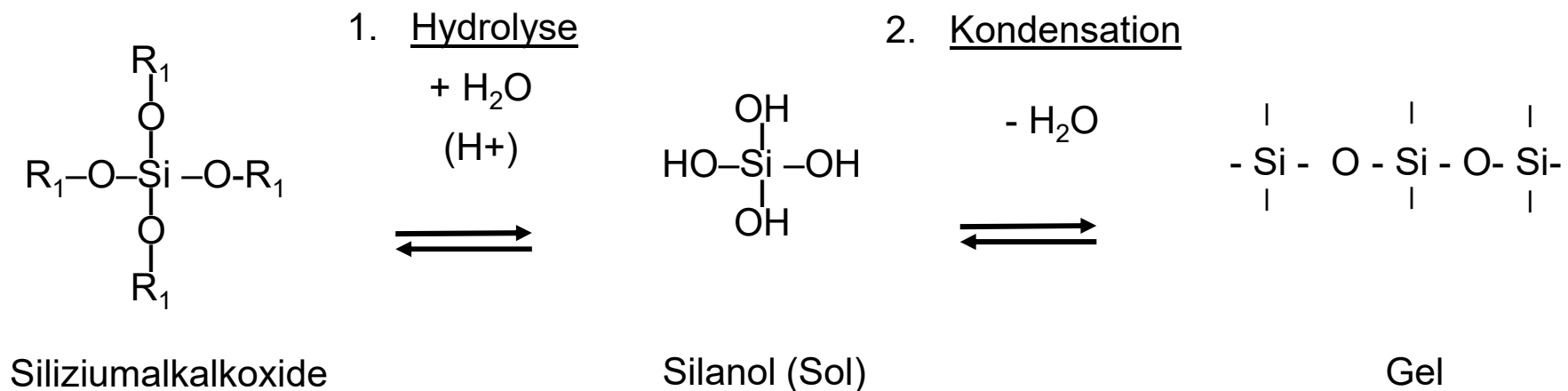
Messung elektrische Durchlagsfestigkeit

Einführende Bemerkungen

- Die vorgestellte Beschichtungstechnik eignet sich auch für alle auf andere Art gebildeten Metall Oberflächen (Walzen, Pressen, Drehen, Giessen,...) und ist nicht nur auf 3D Formteile begrenzt
- Es werden auch Beispiele von nicht 3D SLM gedruckten Teilen aufgeführt
- Den Schwerpunkt bilden Anwendungen auf Aluminium- Legierungen im funktionalen Bereich

Sol Gel Verfahren (1)

Herstellverfahren: Sol – Gel Prozess
(Beispiel Si- basiert)

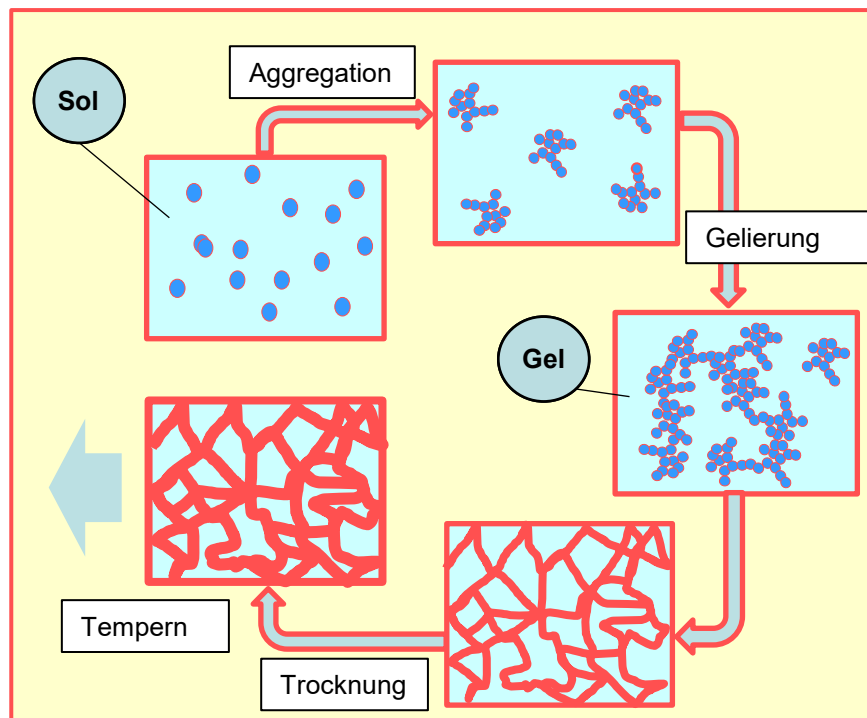


Kurzbeschreibung Sol Gel Prozess:

Die Si- Alkoxide (Silane etc.) werden unter Wasseraufnahme und Abspaltung von Alkoholen hydrolysiert. Dadurch bilden sich die Silanole, welche als Sole vorliegen. Unter Wasserabgabe (Kondensation) bilden sich dann Siliziumdioxid- Netzwerke (Gel) welche zuerst einige Nanometer gross sind und dann unter Temperatureinfluss zu stabilen Netzwerken zusammenwachsen.

Sol Gel Verfahren (2)

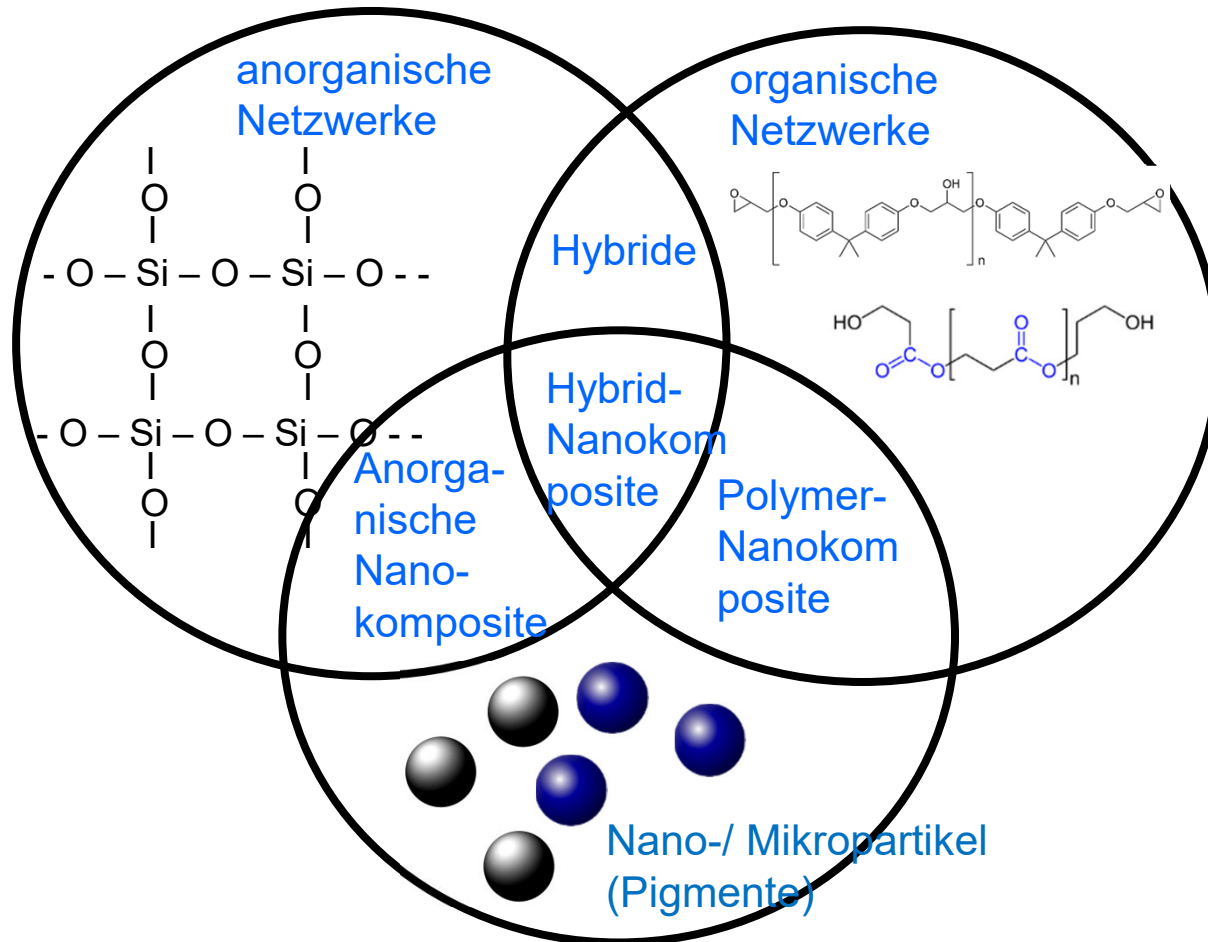
Herstellverfahren: Sol – Gel Prozess



Kurzbeschreibung (2):

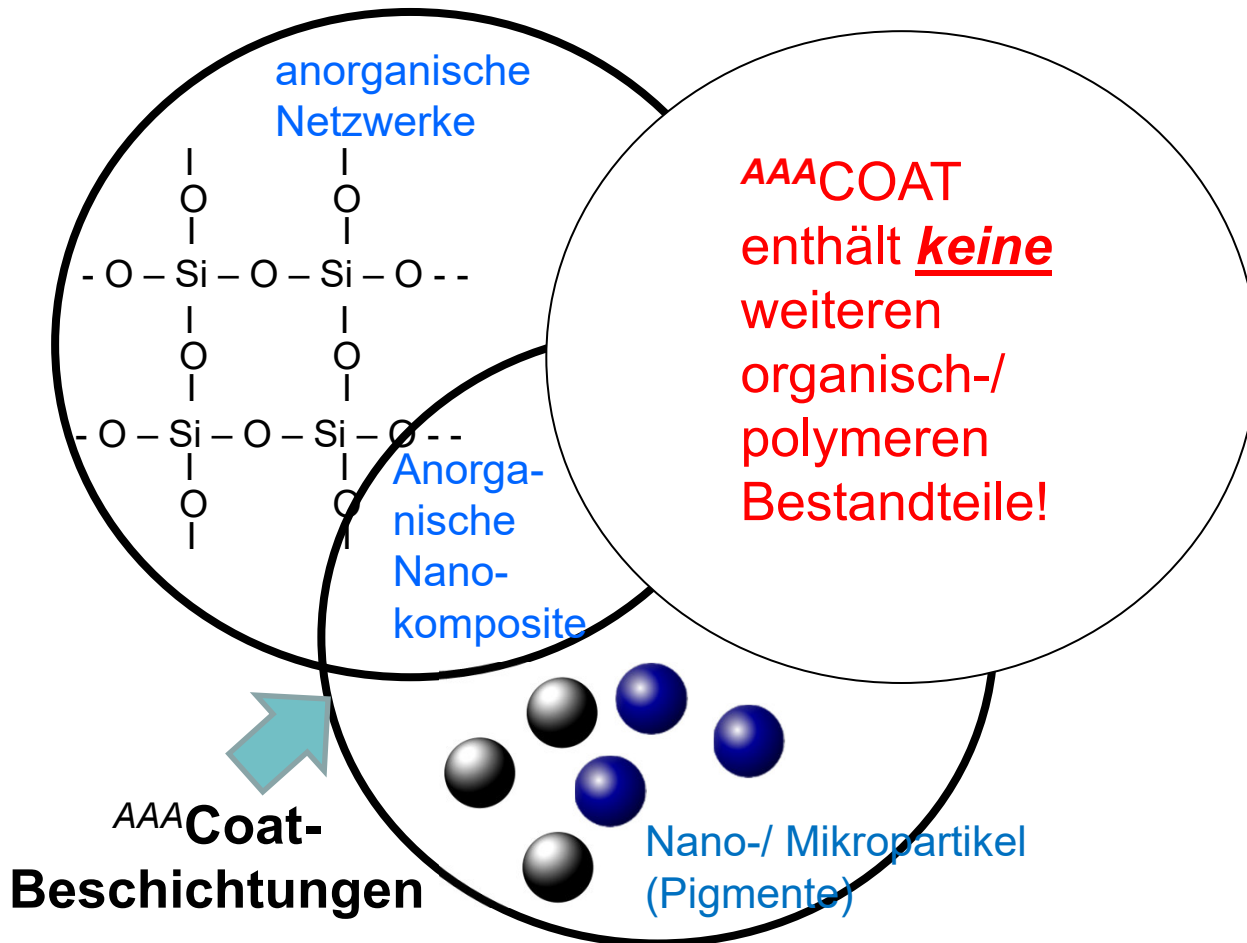
Zusätzlich können in die Netzwerke noch weitere Nanopartikel eingebaut und das Netzwerk mit organischen Polymeren etc. modifiziert werden (=> Hybride)

Übersicht Sol- Gel «Baukasten»



↓
anorganische Sol- Gel Systeme können mit organischen Polymeren und Nanopartikel kombiniert werden!

AAA Coat- Beschichtungen



↓

AAA Coat Beschichtungen sind weitgehend anorganischer Natur

(linke Seite des «Baukastens»)

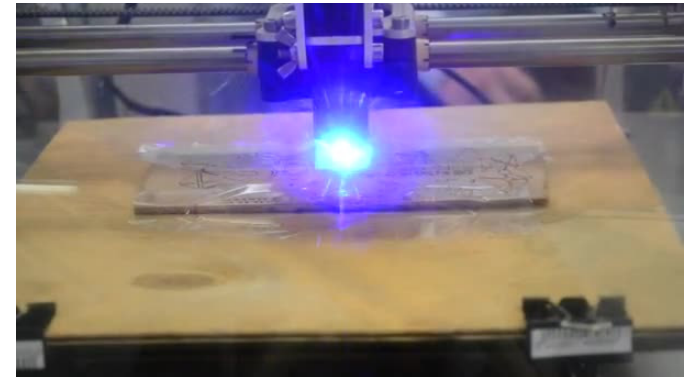
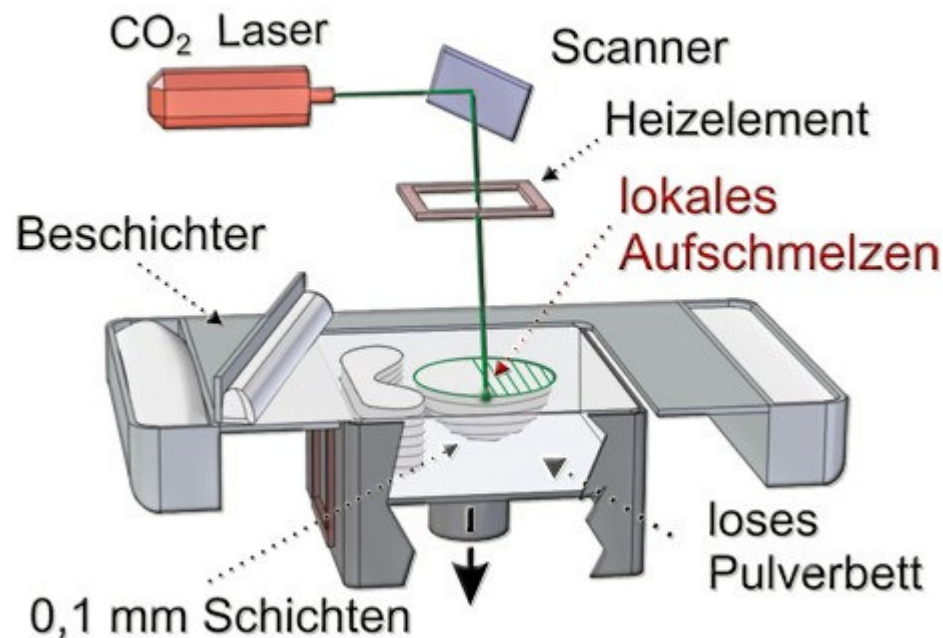
AAA Coat- Eigenschaften

- ✓ dünne, harte und kompakte Schichten (0.1 bis 20 µm)
- ✓ UV- und witterungsbeständig
- ✓ hohe chemische Beständigkeit (Salz, Lösemittel, Säuren, Laugen,..)
- ✓ hohe Temperaturbeständigkeit (bis > 500°C)
- ✓ sterilisierbar
- ✓ kratz- und wischfest
- ✓ hohe elektrische Durchschlagsfestigkeit (> 130KV/mm)
- ✓ Hohe thermische Abstrahlung
- ✓ keine Schwermetalle, Rohstoffe REACH gelistet
- ✓ mit anorganischen (nano-mikro-) Pigmenten weiter modifizierbar (=> easy to clean, Trockenschmierung, Rutschschutz, Verschleissfestigkeit, elektrische/ thermische Leitfähigkeit...)
- hohe Einbrenntemperaturen (>150°C)



AAA COAT- Beschichtungen unterscheiden sich in ihrem Verhalten stark von organischen Lacksystemen!

Prinzip des Selektive LASER Melting's



Werkstoffe in (Metall-) Pulverform werden (unter Inertgas, N₂, Ar,..) mit dem Laser Schicht um Schicht selektiv aufgeschmolzen!

Anwendungen und Branchen *)

- Luft- und Raumfahrt
- Automobiltechnik
- Dentaltechnik (Zahnersatz, Implantate)
- Medizintechnik (Medizinische Geräte, Endoskopie, Implantate oder Orthopädie)
- Maschinenbau
- Werkzeugmaschinenbau (z.B. Fein- und Präzisionsbohrer)
- Lifestyle Produkte, wie Schmuck, Mode, Prototypenbau, wie: Rapid Prototyping
- Kleinserien für Rennsport

*) Quelle: Wikipedia 13. Juli 2021 https://de.wikipedia.org/wiki/Selektives_Laserschmelzen

Vorteile des 3D Druckes

- Formenfreiheit

= > sehr grosse Geometriefreiheit

- Hohlräume möglich
- Weniger Fügen (one shot)
- Rapid prototyping

- Selektive Bauteil-Dichten möglich

- Hybridwerkstoffe (mehrere Werkstoffe im Bauteil)

- Wenig Abfall ~10%

- Geringere Kosten bei kleineren Stückzahlen

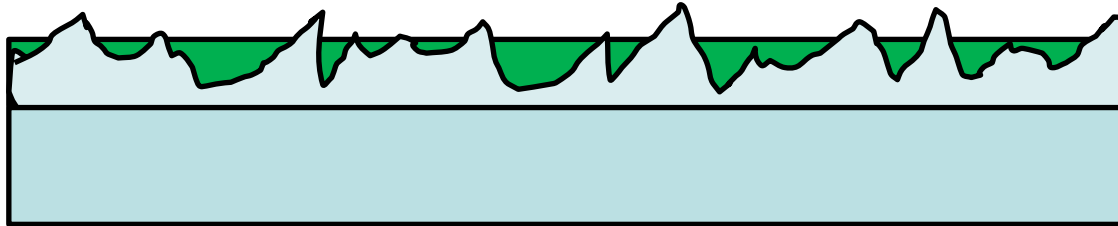


Metalldruck AM
Kyburz AG

Besonderheiten/ Nachteile des 3D Druckes

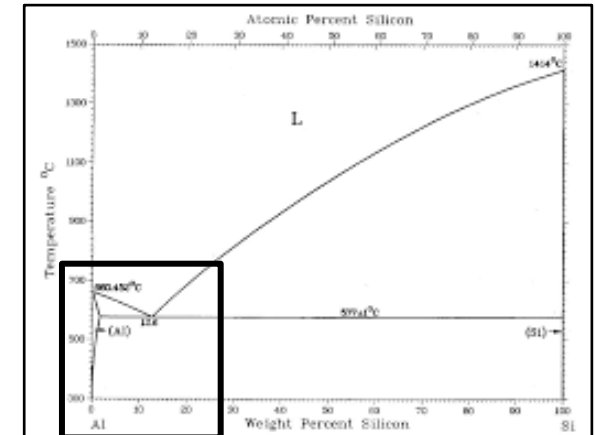
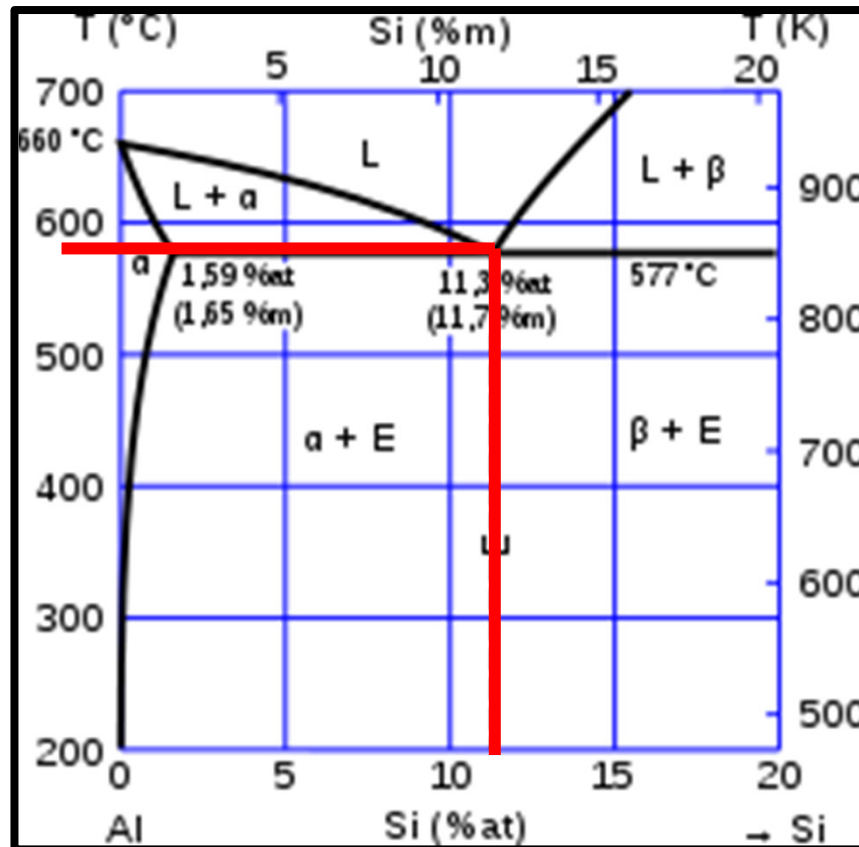
- Rauhe Oberfläche meist Nacharbeiten erforderlich
i.d.R. => $R_a > 4 \mu\text{m}$, $R_z > 40 \mu\text{m}$

- Für die vollständige Bedeckung der rauhen Oberfläche sind hohe Schichtdicken notwendig!



- höhere Kosten bei grösseren Serien (im Vergleich zu Guss) => serieller Kostenanstieg

Phasendiagramm Al - Si



Al – Si zeigt bei 11.3 Gew % ein Eutektikum (tiefster Schmelzpunkt)
=> Schmelzpunkterniedrigung von 660°C => 577°C

=> $\Delta T \sim 80K$

AAA COAT beschichtete Al 3D - Komponenten

- Al- Legierung: Al Si₁₀
- Mechanische Oberflächenbehandlung

- a) Wie gedruckt
- b) Sandgestrahlt
- c) Glasperlen gestrahlt



- Beschichtung: AAA COAT - 130 (ca. 10- 20µm)
- Herkunft der Teile: 3D Metalldruck - Fa Kyburz

Sterilisationsbehandlung

(Tauchen in alkalischem Medizinalreiniger)

- Sterilisations-Elektrolyt:

- Alkalischer Medizinalreiniger
- pH (Beginn) ~ 11.5
- Temperatur: 40°C
- Zeitdauer: 24h und 60h

- Beurteilungskriterien

- Gewichtsverlust
- Oberflächenfarbe
- Haftung



3D- AlSi₁₀ – Teile nach Sterilisationsbehandlung

Ex- 3D (roh) Druck →

Sand.-gestrahlt →

Glas-perlen gestrahlt →

AAA COAT beschichtet nicht beschichtet

Abrieb (Si)

- Testlösung: alkalischer Medizinalreiniger pH 11.5
- Tempertur: 40°C
- pH: Beginn 11.5
Ende <10
- Behandlungsdauer: 60h

3D- AlSi₁₀ – Teile nach Sterilisationsbehandlung



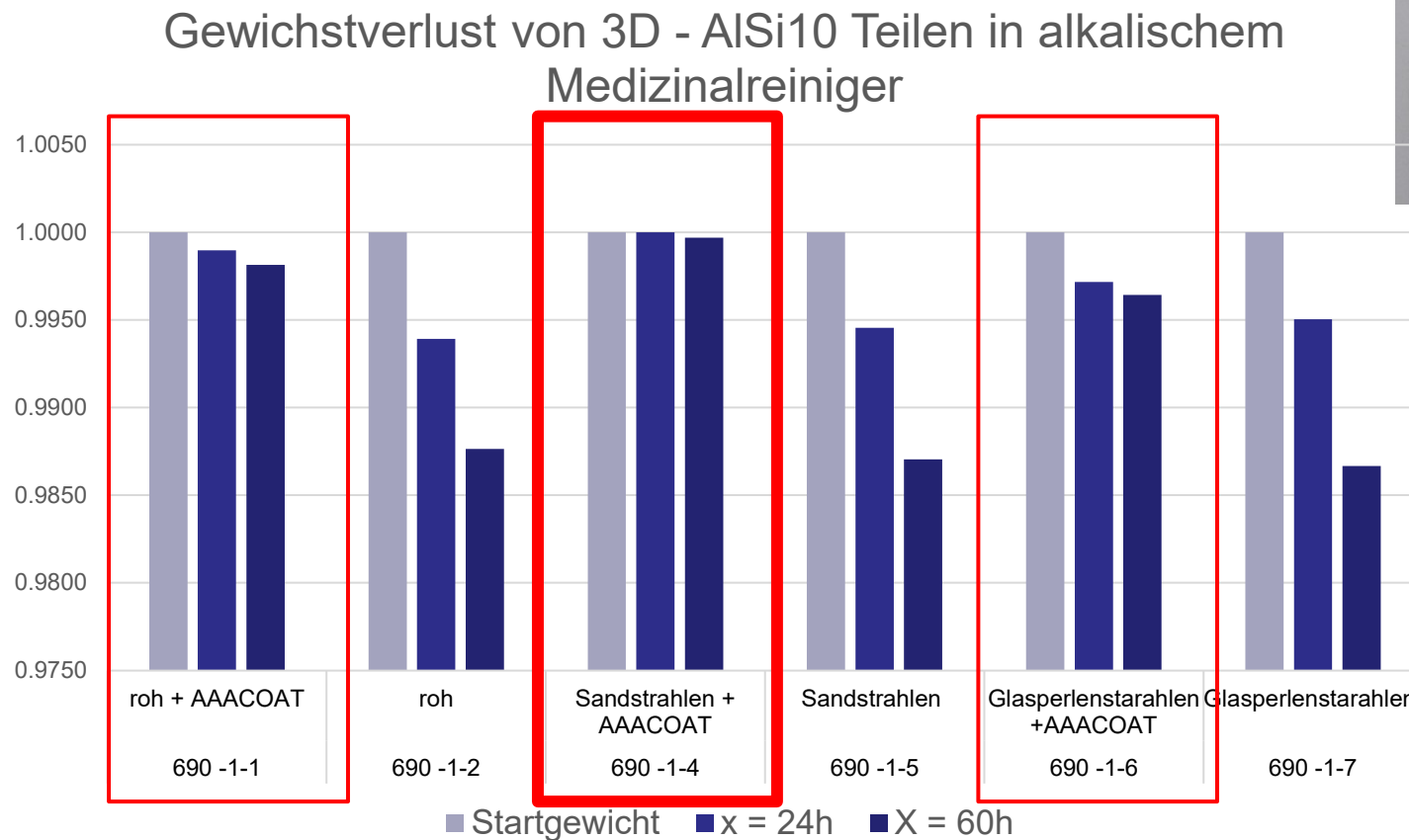
sand-gestrahlt
Unbehandelt
-

sand-gestrahlt
+ ^{AAA}COAT
+ 60h Sterilisation

sand-gestrahlt
-
+ 60h Sterilisation

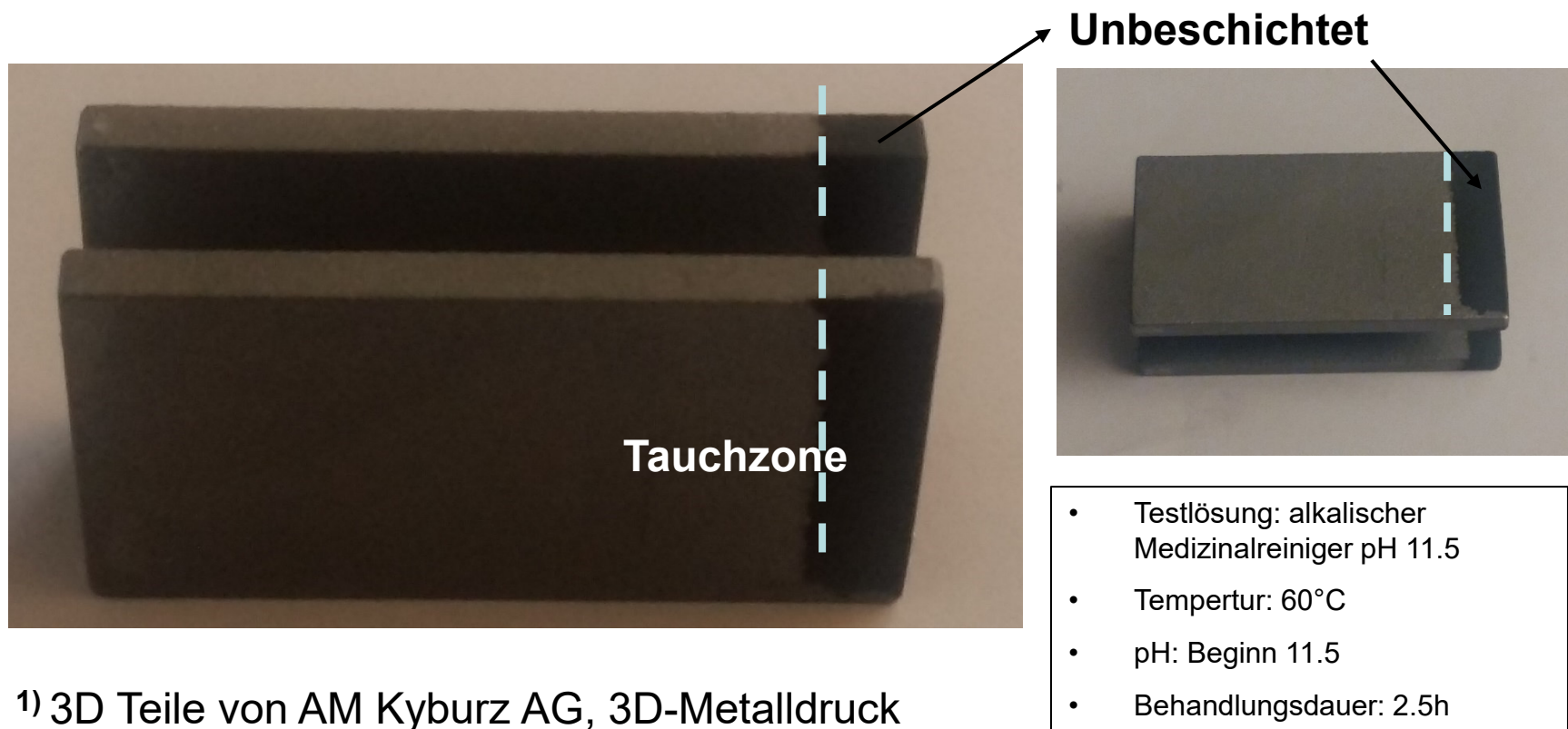
Abrieb
(Si)

Ergebnisse nach Sterilisationsbehandlung



Praktisch kein Gewichtsverlust bei Sandstrahlen und AAACOAT

Weitere ^{AAA}COAT beschichtete 3D- SLM gedruckte Teile ¹⁾ im Sterilisierbad



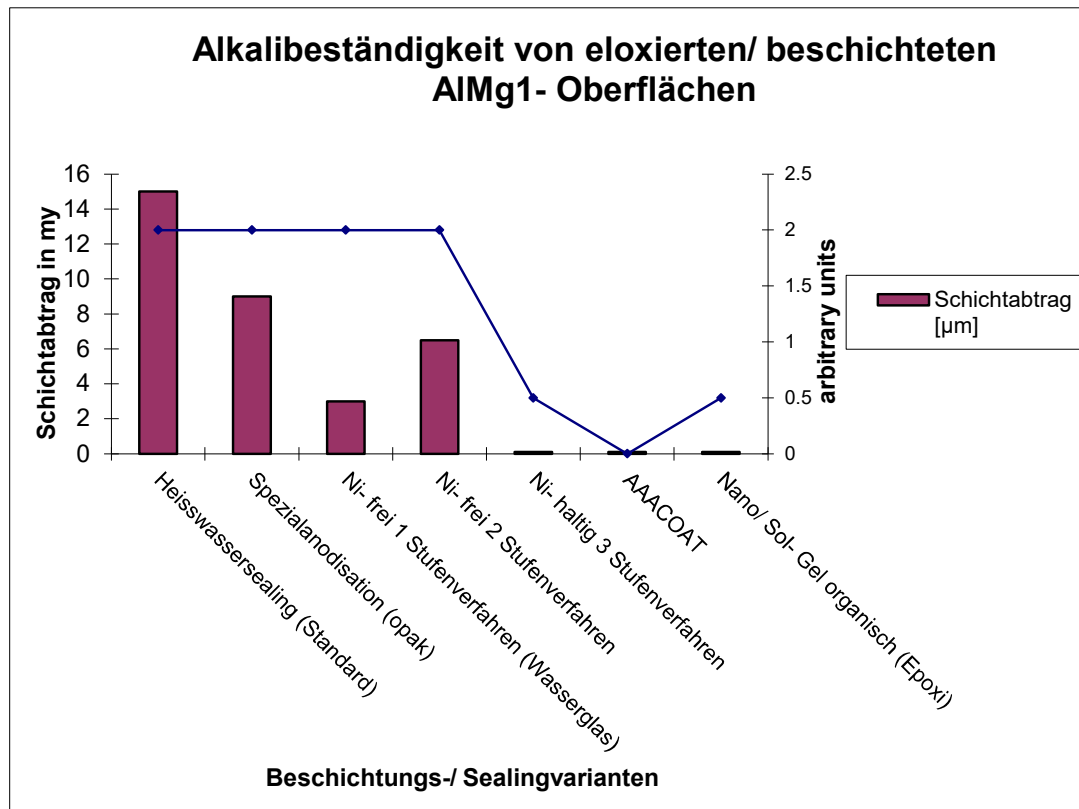
¹⁾ 3D Teile von AM Kyburz AG, 3D-Metalldruck

3D- AlSi₁₀ – Teile nach Sterilisationsbehandlung

Fazit

- Nicht beschichtete Teile zeigen in der alkalischen Sterilisation einen kontinuierlichen Gewichtsverlust von bis zu 1.5% (=>15 µm bei 1mm Wandstärke)
- Die Oberfläche bei nicht beschichteten Teilen wird schwarz und erzeugt starken Abrieb (Silizium)
- **Die ^{AAA}COAT beschichteten Teil behalten nahezu ihr Gewicht, bleiben silbrig und zeigen keinen Si-Abrieb!**
- **Bei den Sandgestrahlten und ^{AAA}COAT beschichteten ist kein Gewichtsverlust nachweisbar!**

Weitere Beispiele des Sterilisationstests verschieden beschichtete, mit ^{AAA}COAT- imprägnierte Eloxalschichten auf **gewalztem (!) Aluminium**

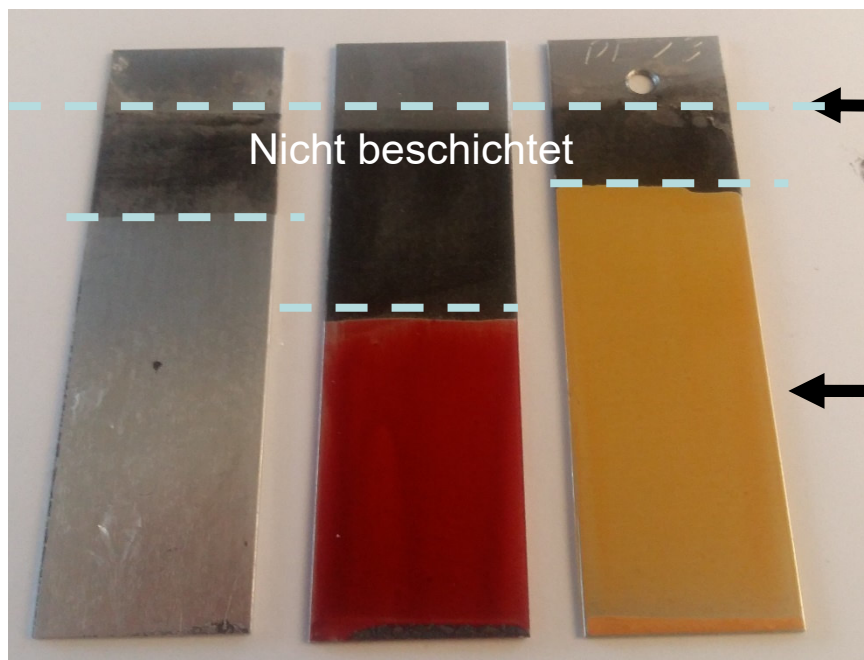


- Testlösung: alkalischer Medizinalreiniger pH 11.5
- Temperatur: 65°C
- pH: Beginn 11.5
- Behandlungsdauer: 2.5h

Fazit:

- grosse Unterschiede in den Beschichtungs-/ Sealingvarianten
- Die Temperatur ist **der**
- **w**esentliche «Schichtangriffs» Parameter beim Sterilisationstest

Al 99.5 Walzbleche (MF) tauchbeschichtet in ^{AAA}COAT (farbig) nach Sterilisationsbehandlung



Tauchspiegel Medizinalreiniger

Nicht beschichtet

^{AAA}COAT –beschichtet

a) farblos b) rot c) orange

a)

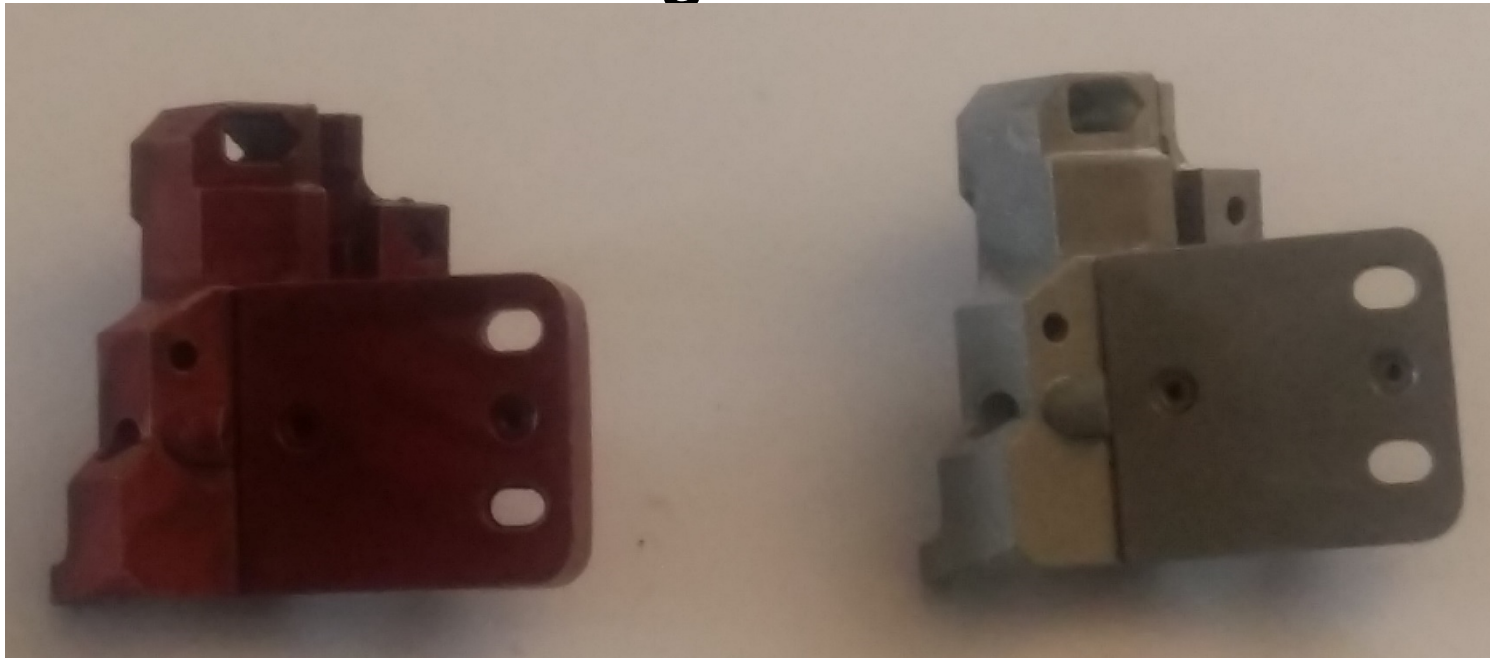
b)

c)

Schichtdicke ^{AAA}COAT (Sol- Gel) ~ 4 – 8 μm

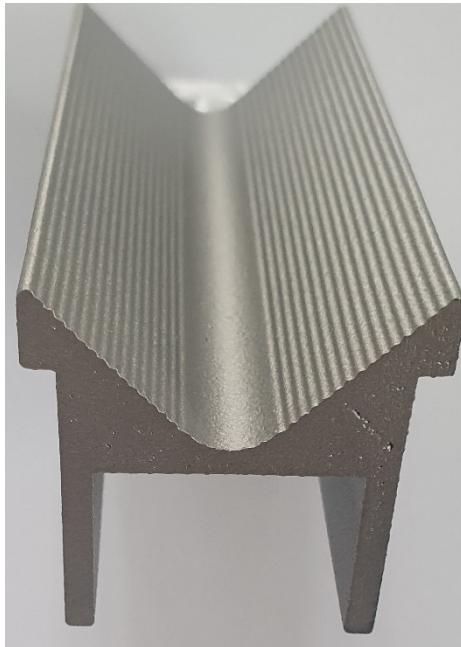
- Testlösung: alkalischer Medizinalreiniger pH 11.5
- Tempertur: 60°C
- pH: Beginn 11.5
- Behandlungsdauer: 2.5h

Weitere ^{AAA}COAT beschichtete 3D- SLM gedruckte Teile ¹⁾



¹⁾ 3D Teile von AM Kyburz AG, 3D-Metalldruck

Weitere ^{AAA}COAT beschichtete 3D- SLM gedruckte Teile ¹⁾



Links:
nur kugelgestrahlt

Rechts:
kugelgestrahlt mit
Chromophorer
^{AAA}COAT-
Beschichtung



¹⁾ 3D Teile von AM Kyburz AG, 3D-Metalldruck

Weitere ^{AAA}COAT beschichtete 3D- SLM gedruckte Teile ¹⁾

Eloxalbehandlung (20µm)



Kugelgestrahlt mit Keramik + ^{AAA}COAT transparent

- rechte Hälfte + ^{AAA}COAT beschichtet

sandgestrahlt mit Korund + 20 µm eloxiert

- Linke Hälfte + ^{AAA}COAT beschichtet

¹⁾ 3D Teile von AM Kyburz AG, 3D-Metalldruck

Zusammenfassung

- (Aluminium-) 3D Druck Teile (SLM) haben i.d.R. **hohe Rauheitswerte** $R_a > 5\mu\text{m}$ und $R_z > 40\mu\text{m}$
- Um die hohen Oberflächen- Rauheiten zu beschichten/ überdecken sind eine mechanische Vorbehandlung und/ oder **hohe Schichtdicken** ($> 15\mu\text{m}$) notwendig bzw. von Vorteil
- *Sandstrahlen* vor ^{AAA}COAT (Sol- Gel) zeigt bessere Sterilisationswerte im alkalischen Milieu als Glasperlen oder keine mechanische Vorbehandlung
- ^{AAA}COAT- Beschichtungen (auf Aluminium) sind bei **thermischen, chemischen und sauren Sterilisationsverfahren äusserst resistent**, bei schwach alkalischen Verfahren gut geeignet

Es gibt nichts Gutes....
ausser man tut es!

Erich Kästner

Besten Dank für
Ihre
Aufmerksamkeit!

