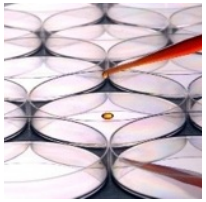
Electro Keramische Beschichtung

Dr. Lutz Hüsemann



Henkel Excellence is our Passion

Inhalt

1. **Bildung und Eigenschaften von der „Electro Keramischen Beschichtung (ECC)“**

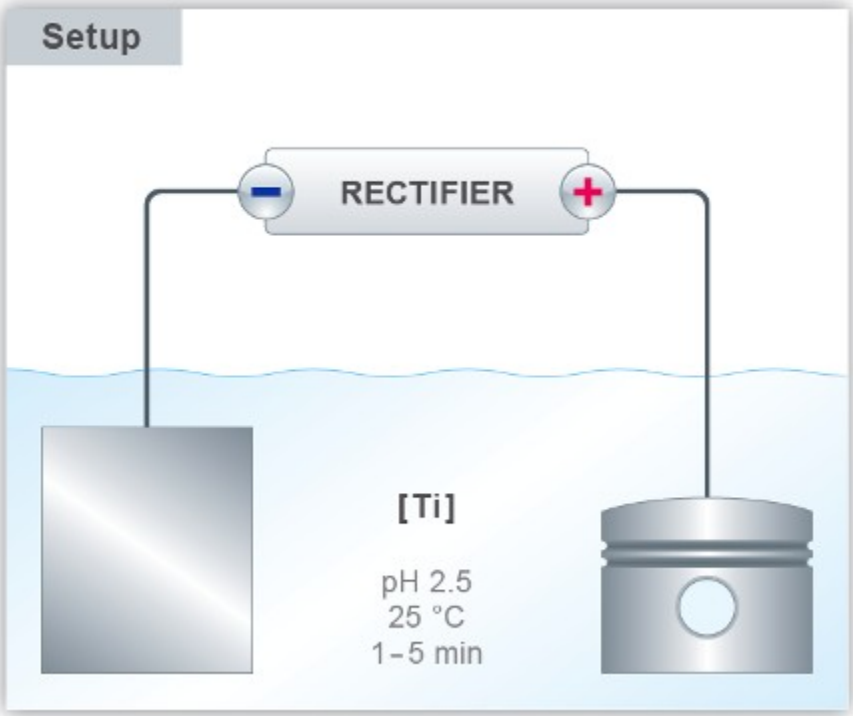
2. Leistung der “Electro Keramischen Schicht”
   - Korrosionsschutz
   - Reibungsreduzierung
   - Emissionsminderung

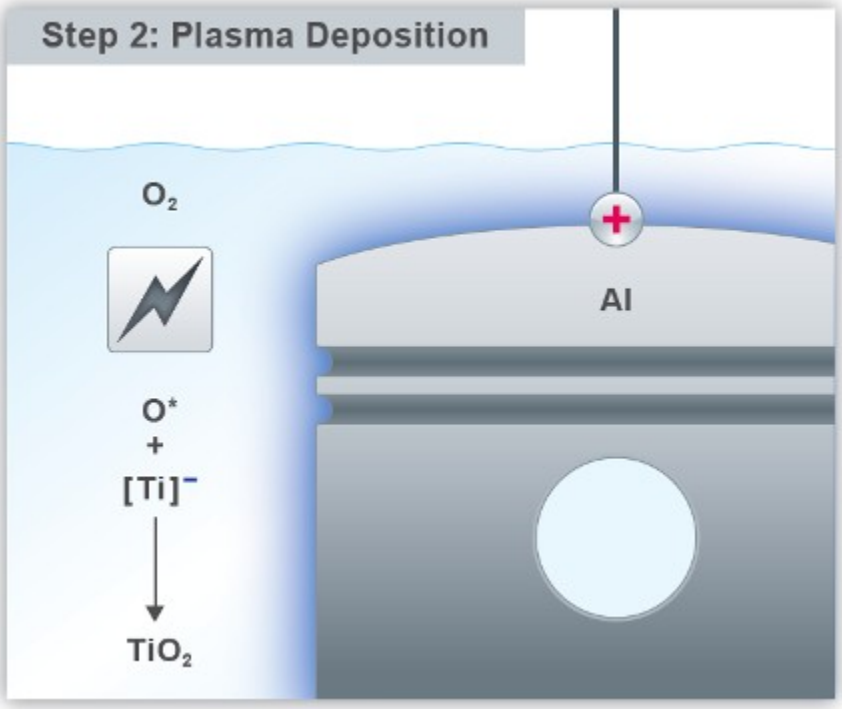
3. Anwendungen

4. Zusammenfassung

Bildung der Electro Keramischen Schicht
Schichtabscheidung

Plasma-elektrolytische Abscheidung auf TiO_2 auf Leichtmetallen





Bildung der Electro Keramischen Schicht

Schichtabscheidung

1 - 3 Minuten

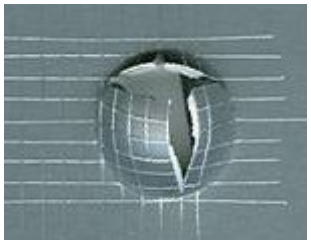
Plasmabildung → Fertige Beschichtung

Electro Keramische Beschichtung
Physikalische Eigenschaften

- Farbe

3 µm → 12 µm

- Flexibilität: Besteht 1-2T Biegetest (ASTM D 4145)
- Reibungskoeffizient (trocken): Ungefähr 0.2, vergleichbar mit DLC
- Widerstand gegen thermische Schocks:
  600°C für 84h, gefolgt von Abschrecken mit Wasser bei 5°C
  → Querschnitt + Erichsen Tiefung
  → kein Verlust der Haftung / hohe Flexibilität

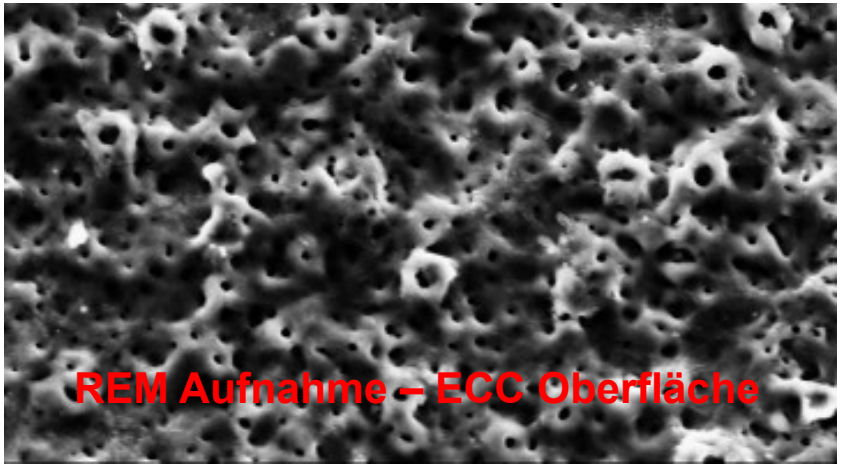


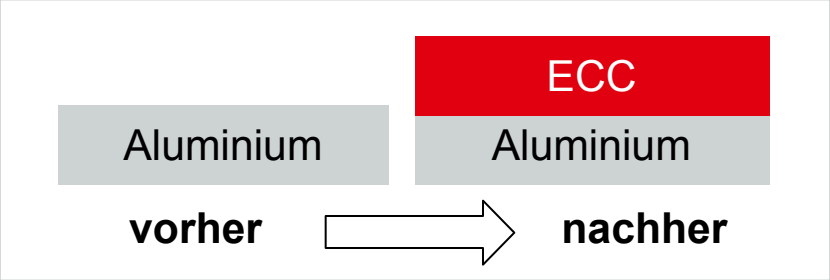
Electro Keramische Beschichtung
Morphologie und physikalische Eigenschaften

Beschichtungsaufbau

Die amorphe Beschichtung zeigt eine poröse Schicht

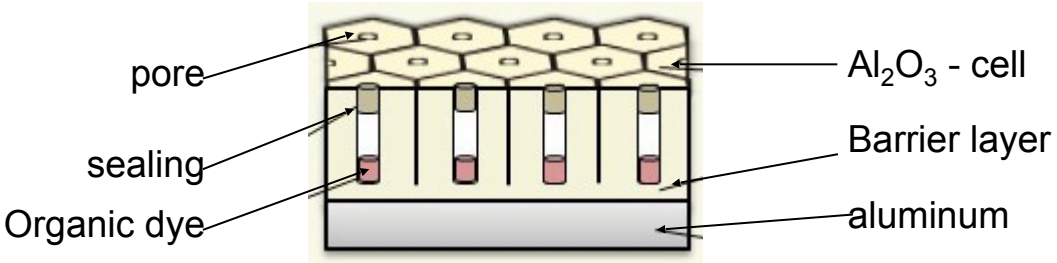
- Schichtdicke: 3-50 µm
- Härte (Vickers): 300-1400Hv
- Anwendbar auf folgenden Substraten:
  - Aluminium und deren Legierungen
  - Aluminierter Stahl
  - Titan und deren Legierungen
  - Magnesium und deren Legierungen
- Behandlungszeit: 60 sec. bis 5 min.
- Temperaturbeständigkeit bis zu 1100°C



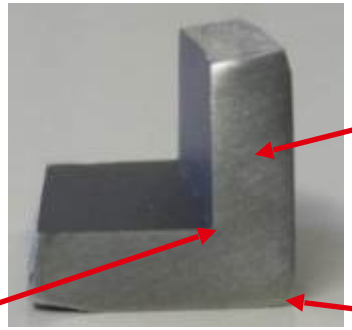


Electro Keramische Beschichtung

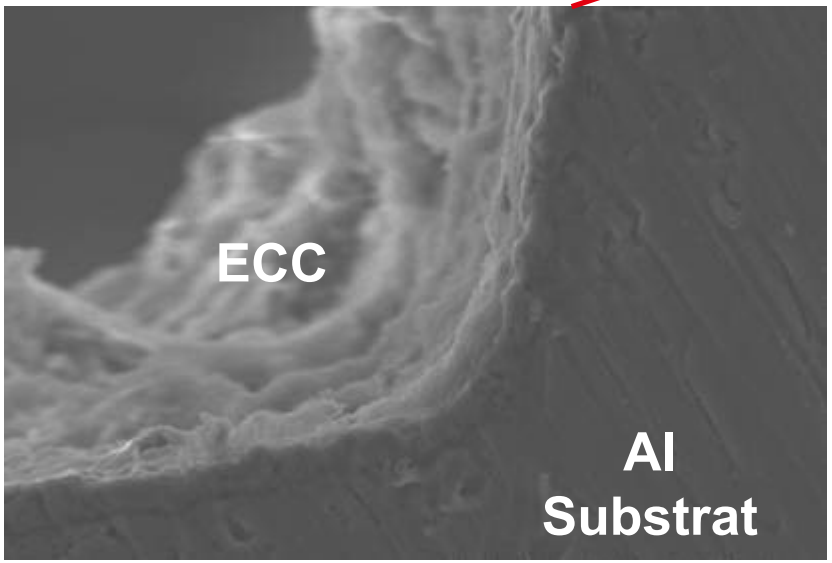
Morphologie und physikalische Eigenschaften

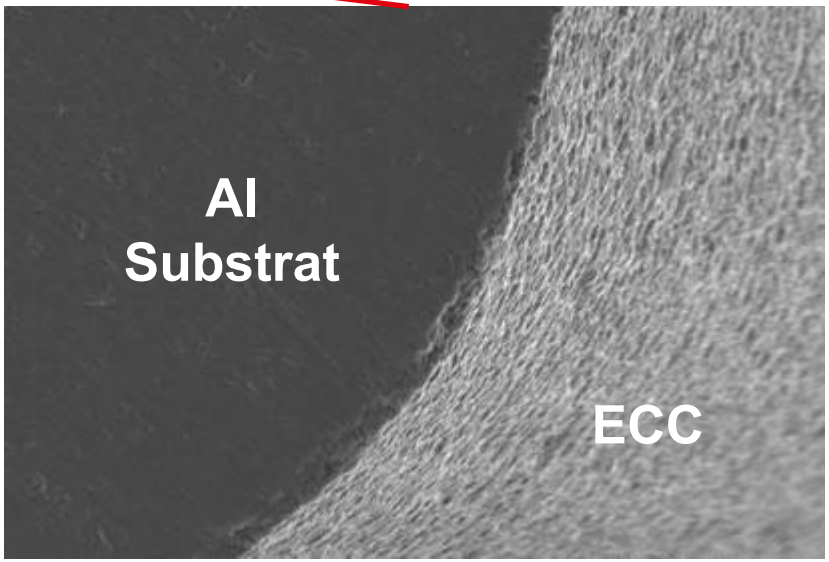


Electro Keramische Beschichtung
Schichtausbildung



Spiegelpolieren mit Polierpapier #2400





Gleichmäßige Schichtausbildung auch an Kanten

Electro Keramische Beschichtung
Chemische Beständigkeit

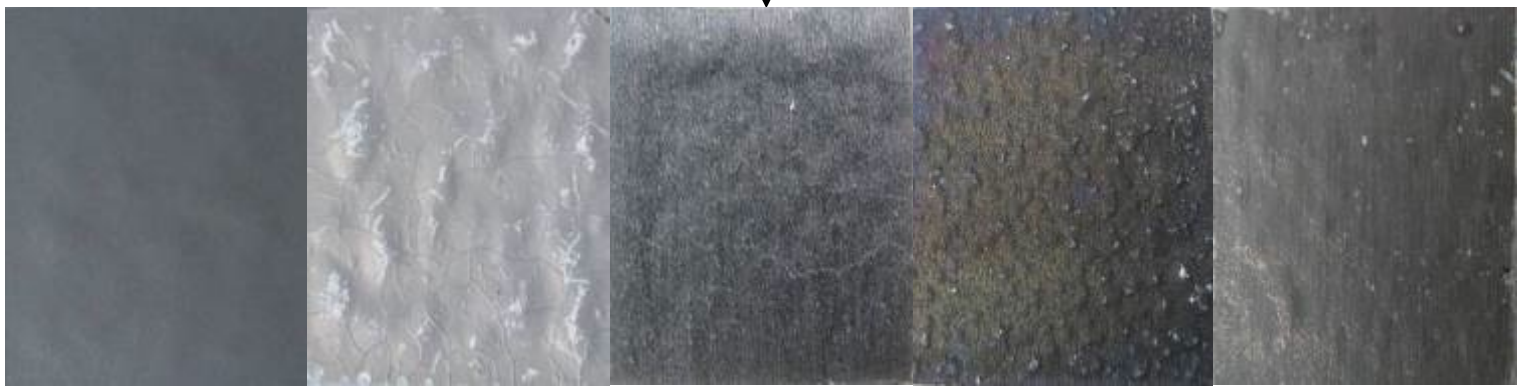
- Siedende Ethylenglykol-Wassermischung (30-70%) bei 110 - 130°C nach 3 Wochen
  - Ä keine sichtbare Veränderung
- Tauchen in 10%iger Schwefelsäure für 48 h
  - Ä kein Haftungsverlust
- Tauchen in 10%iger Essigsäure für 30 Tage
  - Ä keine sichtbare Veränderung
- Kein Angriff von Heiß- und Kaltentlackern für Flüssiglacke

Electro Keramische Beschichtung

Thermischer Widerstand

ECC	PTFE	Hard Anodizing	Electroless Nickel	Cr Yellow

600ºC, 1h



Außer ECC werden alle anderen Beschichtungen rissig und lösen sich ab

Electro Keramische Beschichtung
Thermischer Widerstand - Beispiel

“Drag racing” (1/4 mile) Veranstaltung

- Nitromethan/Methanol Treibstoff
- 2000PS V8 Motor

Motorenhaltbarkeit – 2 “Durchläufe”

- Typischer Fehler:
  - Durchbrennen des Kolben aufgrund der hohen Verbrennungstemperatur

Motorenhaltbarkeit mit ECC Kolben – mehr als 40 “Durchläufe”!

- Kein Durchbrennen
- Kohlenstoffrückstände drastisch reduziert

Haltbarkeits-erweiterung

Inhalt

1. Bildung und Eigenschaften von der „Electro Keramischen Beschichtung“

2. **Leistung der “Electro Keramischen Schicht”**
   - Korrosionsschutz
   - Reibungsreduzierung
   - Emissionsminderung

3. Anwendungen

4. Zusammenfassung

Electro Keramische Beschichtung

“Was leistet die Beschichtung”

- Korrosionsschutz

- Reibungsreduzierung

- Emissionsreduzierung

Electro Keramische Beschichtung

Korrosionsschutz – Vergleich mit anderen Verfahren

Vorbehandlungs-verfahren	Salzsprühtest nach DIN 50021 SS		Salzsprühtest nach DIN 50021 ESS lackiert mit Schnitt
	unlackiert	lackiert mit Schnitt	
nur entfettet	< 24 h völlig korrodiert	100 h starke Unterwanderung	100 h starke Unterwanderung
Gelb-chromatierung	1 000 h ohne Korrosion	1 000 h keine Unterwanderung	1 000 h Unterwanderung < 1 mm
Grün-chromatierung	500 h ohne Korrosion	1 000 h keine Unterwanderung	1 000 h Unterwanderung < 1 mm
Transparent-chromatierung	300 h ohne Korrosion	1000 h keine Unterwanderung	1000 h Unterwanderung < 1 mm
chromfreie“ Konversions-behandlung	200 h ohne Korrosion	1000 h keine Unterwanderung	1000 h Unterwanderung < 1 mm

Electro Keramische Beschichtung
Korrosionsschutz

Al Alloy	Composition	SST (ASTM B117)	Scribe Creepage
356	AlSi	2000	Nil
5052	AlMg	4000	Nil
6061	AlMgSiCu	4000	Nil
6063	AlMgSi	5000	Nil
7005	AlZnMgCu	1000	Nil
Clad- 2024	AlCuMg	3000	Nil

Electro Keramische Beschichtung

Korrosionsschutz (Versiegelt)

Alloy	Composition	SST (ASTM B117)	Scribe Creepage
2024	AlCuMg	5000	Nil
2219	AlCu	>3000	Nil
2198	AlCu	5000	Nil
7050	AlZn	>3000	Nil

Corrosion Prevention
Marine Field Trial

- Field Trial: Results after 6 months sea water exposure

Cr(VI)-Pretreatment, Primer and Topcoat

Electro Ceramic Coating with Topcoat

➡ ECC: No scribe creepage, excellent corrosion resistance!

Leichtbauoptionen
Abgaskrümmer

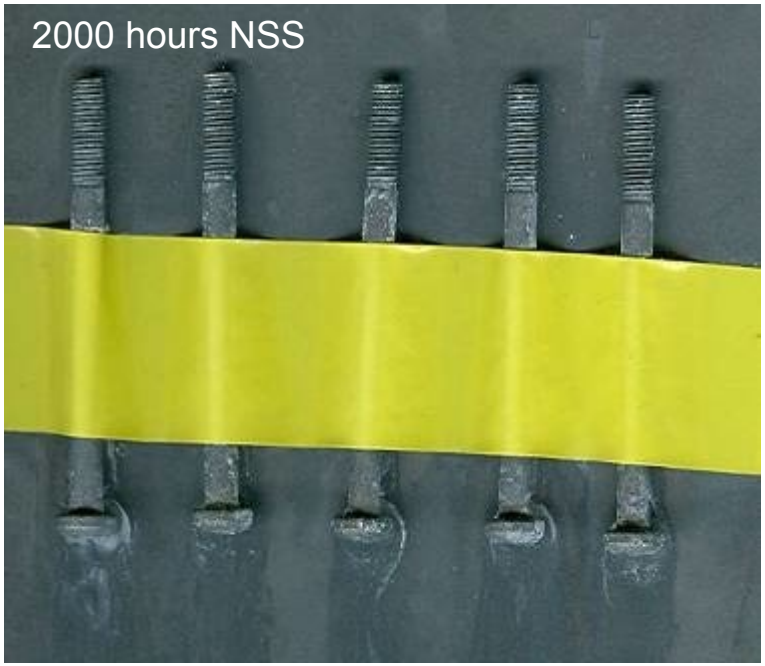
Ersatz von Gusseisen mit Aluminum
beschichtet mit ECC
→ 36Kg Gewichtsreduktion!!

Hervorragende Beständigkeit gegen Säuren /
Hochtemperatur mit entsprechendem Sealer auf der ECC
Beschichtung möglich

Electro Keramische Beschichtung

Korrosionsschutz – ECC beschichteter aluminierter Stahl

- Aluminierte Stahlschrauben (13 µm Al), 7 µm ECC
- Nach 2000h NSS kein Rost sichtbar



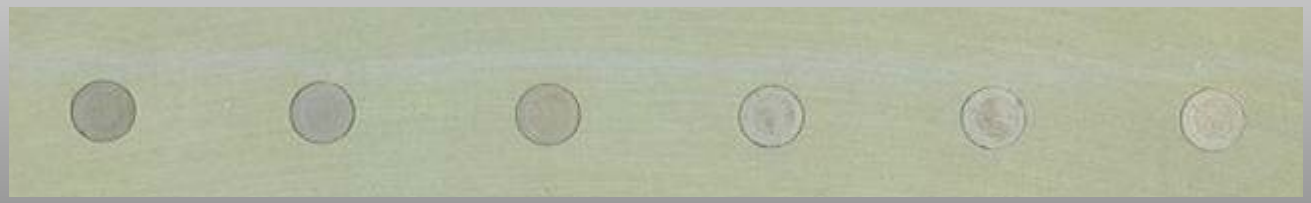
Electro Keramische Beschichtung

Korrosionsschutz – Leitfähigkeit

Keine oder niedrige Leitfähigkeit

➢ Verhindert galvanische Korrosion

ÄBlech behandelt mit Gelbchromat (7000 Legierung)
ÄNiete beschichtet mit Alodine ECC (2024 Legierung)
Änach 700 h NSS
⇨Keine galvanische Korrosion



Electro Keramische Beschichtung

Haftungsverbesserung als Funktion der Poren

1. Reinigung & Strahlen
2. Fe / Mo / C Komposite zum thermischen Spritzen

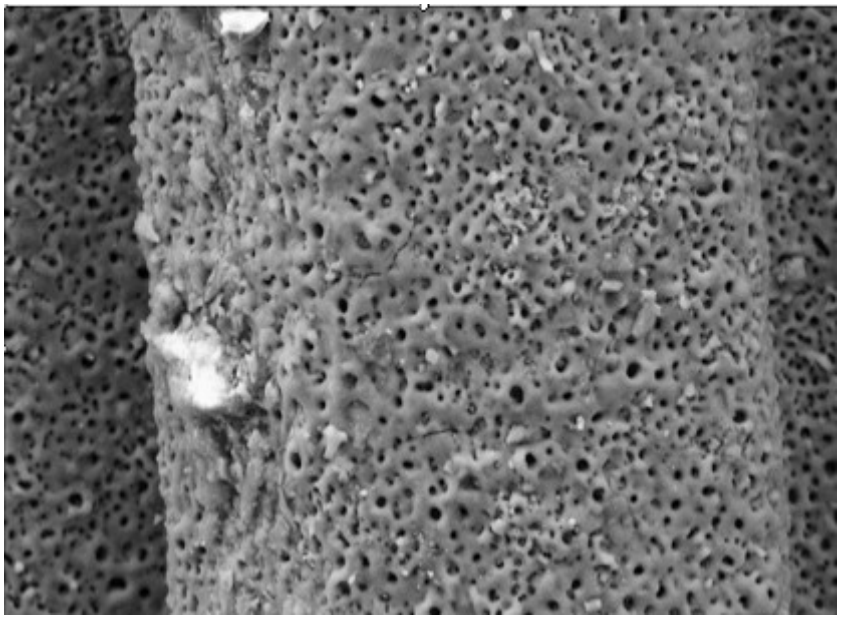
1. ECC
2. Fe / Mo / C Komposite zum thermischen Spritzen

1. Reinigung & Strahlen
2. TiO_2 zum thermischen Spritzen

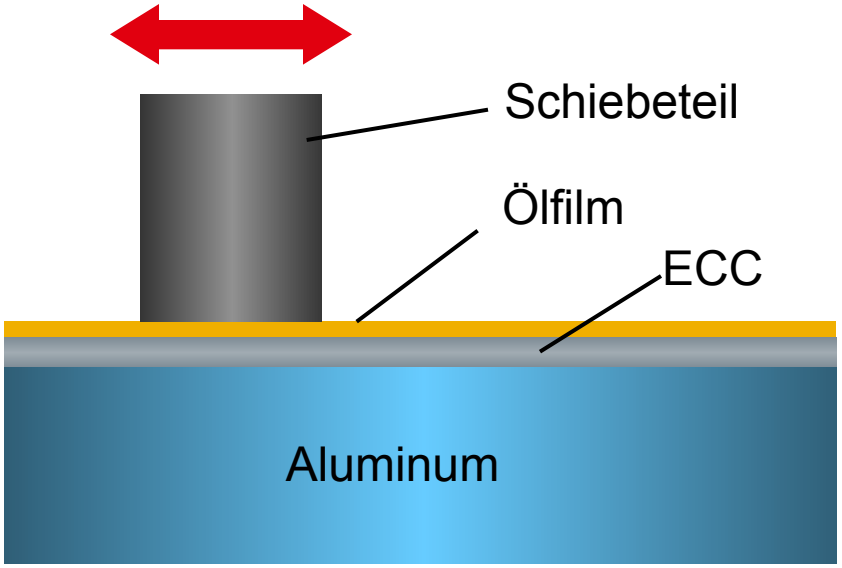
1. ECC
2. TiO_2 zum thermischen Spritzen

Electro Keramische Beschichtung
Reibungsreduzierung

REM Aufnahme – Beschichtungs - Morphologie



Model



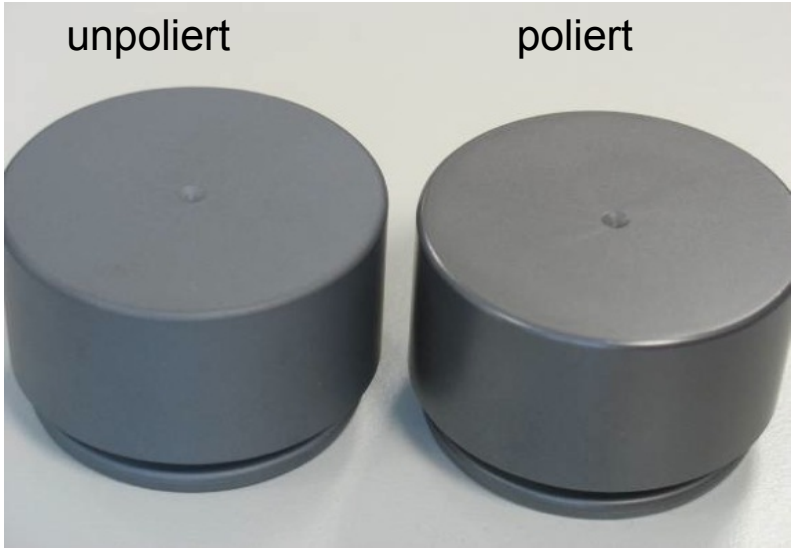
Ölrückhaltung ist eine Funktion der Poren

Electro Keramische Beschichtung

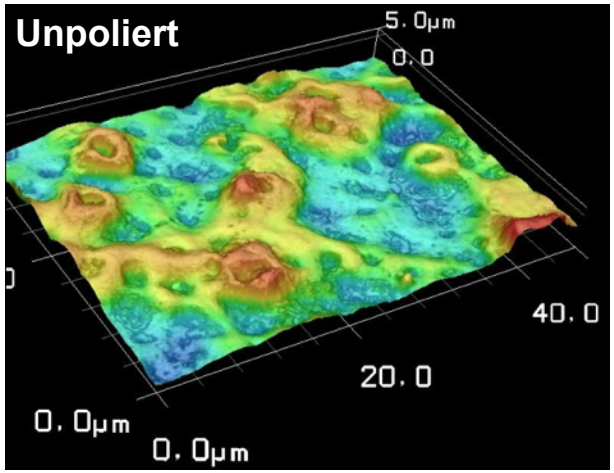
Reibungsreduzierung

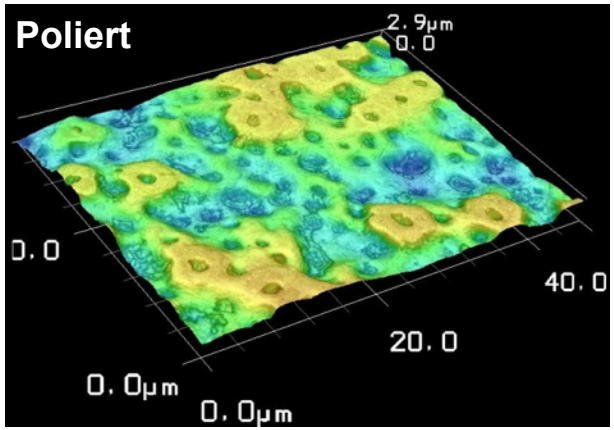
Pin on disc-results, dry conditions

Beschichtung	Statische Reibung	Dynamische Reibung
ECC unpoliert	0.3925	0.3786
ECC poliert	0.1991	0.1948
DLC	0.2039	0.2003



Oberflächenstruktur (SLCM):





Inhalt

1. Bildung und Eigenschaften von der „Electro Keramischen Beschichtung“

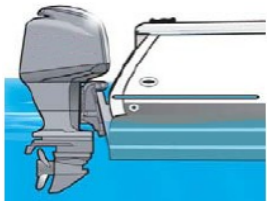
2. Leistung der “Electro Keramischen Schicht”
   - Korrosionsschutz
   - Reibungsreduzierung
   - Emissionsminderung

3. **Anwendungen**

4. Zusammenfassung

Electro Keramische Beschichtung
Anwendungsbeispiele

- Marine Aussenbordmotor / Sternantrieb



- Marinemotoren und Teile im Abgasbereich

- Abgasrückführungssysteme für LKWs

- Serienproduktion für Kolben von Kleinmotoren

- Kochgeschirr (z. B. Titanium Rührer)

Reduzierung der Behandlungsschritte

Konventioneller Prozess

1. Mechanische Bearbeitung
2. Reinigung
3. Maskierung
4. Beschichtung (z. B. Hardanodisierung)
5. Reinigung
6. Konversionsbehandlung
7. Lackierung
8. Einbrennofen

Electro keramischer Beschichtungsprozess

1. Mechanische Bearbeitung
2. Reinigung
3. ECC Beschichtung (1-3 min)
4. Spülen, trocknen

Hälfte der Schritte!
1/3 der Zeit!

Henkel

Inhalt

1. Bildung und Eigenschaften von der „Electro Keramischen Beschichtung“

2. Leistung der “Electro Keramischen Schicht”
   - Korrosionsschutz
   - Reibungsreduzierung
   - Emissionsminderung

3. Anwendungen

4. **Zusammenfassung**

Electro Keramische Beschichtung

Zusammenfassung der Vorteile

- Hervorragender Schutz gegen **Korrosion**, extreme **Temperaturen** und **Abrieb**
- **Gewichtsreduktion** - ermöglicht den Austausch von Stahl durch ECC beschichtetes Aluminium
- **Vereinfacht den Fertigungsprozess** und **spart Kosten**
- **Reibungsreduzierung** - niedriger Reibungskoeffizient und **verbesserter Verschleiß**
- Erhöhte **Kraftstoffeffizienz** und **Reduzierung von Emissionen** bei Verbrennungsmotoren