

Dipl.-Phys. Wolfgang Reuter, Florstadt

**Grundlegende  
Untersuchungen zur  
plasmagestützten  
Abscheidung dünner  
Verschleißschutzschichten  
auf Schüttgut**

Reihe **5**: Grund- und Werkstoffe

Nr. **464**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>2 GRUNDLAGEN</b> .....	<b>7</b>
2.1 Plasmaverfahren und Plasmaanalyse .....	7
2.1.1 Niedertemperatur-Niederdruck-Plasma .....	7
2.1.2 Sputterverfahren .....	8
2.1.3 Mikrowellen-ECR-Plasmen .....	11
2.1.4 Optische Emissionsspektroskopie .....	16
2.1.5 Bestimmung der Elektronenenergie mit dem PEM .....	20
2.1.6 Bestimmung der Dichte ausgewählter Spezies, Aktinometrie .....	25
2.1.7 Langmuirsonden .....	27
2.2 Verschleißschutzschichten .....	30
2.2.1 Aufbau und Funktionsweise .....	30
2.2.2 Anwendungen .....	31
2.3 Schichtherstellung .....	32
2.3.1 Substratvorbehandlung .....	33
2.3.2 Haftschiicht .....	34
2.3.3 Funktionsschicht .....	34
2.4 Schichtcharakterisierung .....	34
2.4.1 Rockwelltest .....	34
2.4.2 Kalottenschliff .....	35
2.4.3 Gleitverschleiß (Pin-on-Disc) .....	35
2.4.4 Ritztest .....	36
2.4.5 Mikrohärtigkeit .....	37
2.4.6 Kavitation .....	38
2.4.7 Schwingverschleiß .....	38
2.4.8 REM, AFM, EDX und EPMA .....	39
2.4.9 Farbwerte .....	39
<b>3 PLASMAANALYSE</b> .....	<b>40</b>
3.1 Optische Emissionsspektroskopie .....	40
3.1.1 Elektronentemperaturmessungen .....	40
3.1.2 Aktinometrie .....	44
3.1.3 Wechselwirkung zwischen ECR- und Kathodenplasma .....	46
3.2 Langmuirsondenmessungen .....	48
3.3 Vergleich zwischen Langmuirsonden- und OES-Messungen .....	50
<b>4 VORUNTERSUCHUNGEN ZUR SCHÜTTGUTBESCHICHTUNG IN KONVENTIONELLER ANORDNUNG</b> .....	<b>52</b>
4.1 Positionsabhängigkeit der Schichteigenschaften .....	52
4.2 Vergleich der Effizienz von ECR- und Kathodenätzplasmen .....	60
4.3 Einfluß eines zusätzlichen ECR-Plasmas auf die Schichteigenschaften .....	61

<b>5 ÄTZ- UND BESCHICHTUNGSEXPERIMENTE IM SCHÜTTGUT.....</b>	<b>63</b>
5.1 Konzeption der Schüttgutanlage.....	63
5.1.1 Schüttgutanlagen, bekannte Konzepte .....	65
5.2 Prozeßbedingungen in der Trommel.....	66
5.2.1 Variation des Ätzabtrags.....	67
5.2.2 Variation der Beschichtungsdicke und der Schichtzusammensetzung .....	70
5.3 Beschichtungsexperimente im Schüttgut.....	75
5.3.1 Einleitung.....	75
5.3.2 Titannitridschichten .....	75
5.3.3 Titancarbonitridschichten und Übergang zu i-C(Ti)-Schichten.....	81
5.3.4 i-C(Ti)-Schichten .....	84
5.3.5 Vergleich mit konventionell hergestellten Schichten .....	88
5.3.6 Wechselseitige Abhängigkeit von plastischer Härte und Elastizitätsmodul .....	90
5.3.7 Statistische Durchmischung der Bauteile .....	97
<b>6 AUSBLICK .....</b>	<b>103</b>
<b>7 LITERATUR .....</b>	<b>105</b>