

# 50. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium

September, 19-23, 2005

**Maschinenbau  
von Makro bis Nano /  
Mechanical Engineering  
from Macro to Nano**

**Proceedings**

Fakultät für Maschinenbau /  
Faculty of Mechanical Engineering

Startseite / Index:

<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

## Impressum

- Herausgeber: Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau  
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Peter Scharff
- Redaktion: Referat Marketing und Studentische Angelegenheiten  
Andrea Schneider
- Fakultät für Maschinenbau  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Kurtz,  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. med. (habil.) Hartmut Witte,  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Linß,  
Dr.-Ing. Beate Schlütter, Dipl.-Biol. Danja Voges,  
Dipl.-Ing. Jörg Mämpel, Dipl.-Ing. Susanne Töpfer,  
Dipl.-Ing. Silke Stauche
- Redaktionsschluss: 31. August 2005  
(CD-Rom-Ausgabe)
- Technische Realisierung: Institut für Medientechnik an der TU Ilmenau  
(CD-Rom-Ausgabe) Dipl.-Ing. Christian Weigel  
Dipl.-Ing. Helge Drumm  
Dipl.-Ing. Marco Albrecht
- Technische Realisierung: Universitätsbibliothek Ilmenau  
(Online-Ausgabe) [ilmedia](#)  
Postfach 10 05 65  
98684 Ilmenau
- Verlag:  Verlag ISLE, Betriebsstätte des ISLE e.V.  
Werner-von-Siemens-Str. 16  
98693 Ilmenau

© Technische Universität Ilmenau (Thür.) 2005

Diese Publikationen und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt.

ISBN (Druckausgabe): 3-932633-98-9 (978-3-932633-98-0)  
ISBN (CD-Rom-Ausgabe): 3-932633-99-7 (978-3-932633-99-7)

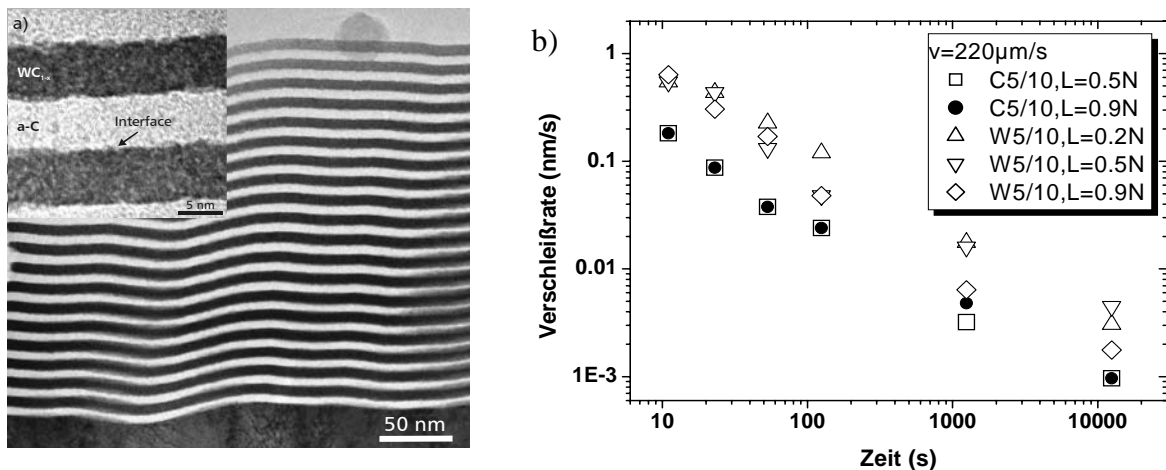
Startseite / Index:

<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

M. Gubisch / Y. Liu / T. Kups / H. Romanus / L. Spiess / J. A. Schaefer / Ch. Knedlik

## Entwicklung von nanoskaligen Wolframkarbid-Schichtsystemen für funktionelle Oberflächen einer NPM-Maschine

Im Sonderforschungsbereich SFB 622 "Nanopositionier- und Nanomessmaschinen (NPM-Maschinen)" werden die wissenschaftlich-technischen Grundlagen zum Entwurf und zur Realisierung einer NPM-Maschine erarbeitet. Die Herausforderung liegt in der zu erreichenden Präzision und Dynamik für größere Bewegungsbereiche von  $350 \times 350 \times 5$  bis  $50 \text{ mm}^3$ . Bei den Positionier-einheiten, eine der Schlüsselkomponenten der NPM-Maschine, wird an die direkt in Kontakt stehenden Oberflächen aus Sicht der Nanopositionierung ein spezifisches Anforderungsprofil gestellt. Die Teilprojekte B3 „Werkstoffe und Oberflächen“ und B5 „Tribologische Eigenschaften“ beschäftigen sich mit der Bewertung und Modifizierung solcher Oberflächen. Zur Modifizierung wurde ein Konzept erarbeitet, bei dem unter Ausnutzung nanoskaliger Effekte die jeweils günstigen Eigenschaften von Hartstoffen und Festkörperschmierstoffen in einem geeigneten Schichtdesign kombiniert werden, so dass die Oberflächen den sehr komplexen Anforderungen gerecht werden.

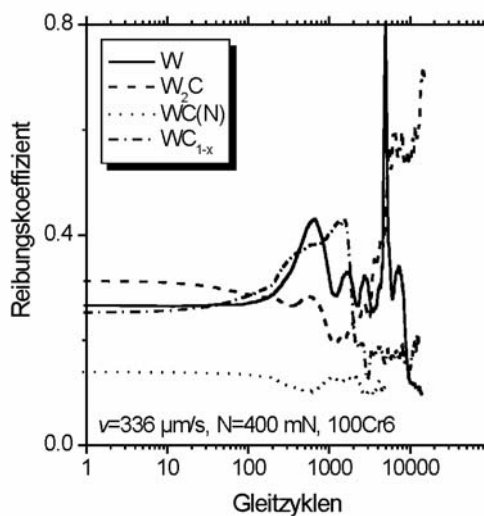


**Bild 1:** Nanoskalige Multilayerschichtsysteme auf der Basis von Wolframkarbid und  $sp^2$ -reichen DLC a) Schichtaufbau, b) Verschleißraten in Abhängigkeit der Belastungsdauer

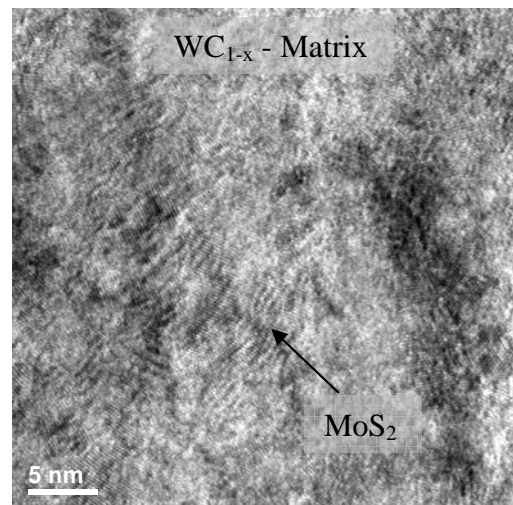
Als erste Entwicklung wurden nanoskalige Multilayerschichtsysteme auf der Basis von kristallinem Wolframkarbid  $WC_{1-x}$  und amorphem  $sp^2$ -reichen Kohlenstoff (DLC) untersucht, **Bild 1a** [2,3]. Solche Schichtsysteme zeigten bei geeignetem Schichtdesign über die Zeit stabile Reibungskoeffizienten von  $< 0,1$  und Verschleißraten von  $< 3,5 \text{ nm/h}$ , **Bild 1b**. Zur Weiterentwicklung der Hartstoff-

phase wurden verschiedene Wolframkarbid-Strukturen ( $WC_{1-x}$ ,  $W_2C$  und  $WC(N)$ ) hergestellt und tribologisch charakterisiert [1,4,5]. Es zeigte sich, dass die hexagonalen  $WC(N)$ -Schichten die günstigsten tribologischen Eigenschaften aufweisen, **Bild 2**. Zukünftig wird daher neben der Optimierung des Schichtdesigns (Schichtdicken, Grenzflächen, Periode) die  $WC(N)$ -Phase in solchen Schichtsystemen Einsatz finden.

Unter Berücksichtigung des Vakuum Einsatzes der NPM-Maschine wurde eine weitere Materialkombination  $WC-MoS_2$  betrachtet [5]. In **Bild 3** ist eine in Abhängigkeit der Herstellungstechnologie ausgebildete Struktur eines solchen Schichtsystems dargestellt.



**Bild 2:** Tribologisches Verhalten der WC-Phasen



**Bild 3:** HRTEM-Aufnahme vom Schichtsystem  $WC-MoS_2$

In diesem Beitrag werden die mikrostrukturellen, mechanischen und tribologischen Eigenschaften sowie weiterführende Entwicklungspotenziale und Strategien zur Optimierung solcher nanoskaligen Schichtsysteme im Überblick vorgestellt und diskutiert.

#### Literatur- bzw. Quellenhinweise:

- [1] Gubisch, M.; Spiess, L.; Romanus, H.; Schawohl, J.; Knedlik, Ch.: *Bias-Magnetron Sputtern von Wolframkarbid-Schichten auf Stahl*, Mat.-wiss. und Werkstofftechnik 35 (2004) 916
- [2] Gubisch, M.; Liu, Y.; Spiess, L.; Romanus, H.; Krischok, S.; Ecke, G.; Schaefer, J.A.; Knedlik, Ch.: *Nanoscale Multilayer WC/C Coatings Developed for Nano Positioning*. Part I: Microstructures and Mechanical Properties, Thin Solid Films, 2005 (in press)
- [3] Liu, Y.; Gubisch, M.; Hild, W.; Scherge, M.; Spiess, L.; Knedlik, Ch.; Schaefer, J.A.: *Nanoscale Multilayer WC/C Coatings Developed for Nanopositioning*. Part II: Friction and wear, Thin Solid Films, 2005 (in press)
- [4] Gubisch, M.; Liu, Y.; Krischok, S.; Ecke, G.; Spiess, L.; Schaefer, J.A.; Knedlik, Ch.: *Tribological characteristics of  $WC_{1-x}$ ,  $W_2C$  and  $WC$  tungsten carbide films*, 31st Leeds-Lyon Symposium on Tribology 2005 (in press)
- [5] Schwenke, B.: *Entwicklung von Multilayer- bzw. Nanokompositschichten auf der Basis von Wolframkarbid und Molybdändisulfid mit Hilfe der Magnetron Sputtertechnik*, Diplomarbeit, TU Ilmenau 2004

#### Autorenangaben:

Dipl.-Ing. Maik Gubisch  
 TU Ilmenau, Institut für Werkstofftechnik/ZMN  
 Tel.: 03677/ 693404; Fax: 03677/ 693353  
 E-mail: maik.gubisch@tu-ilmenau.de

Dr.-Ing. Yonghe Liu  
 TU Ilmenau, Institut für Physik  
 Tel.: 03677/ 695074; Fax: 03677/ 693205  
 E-mail: yonghe.liu@tu-ilmenau.de