

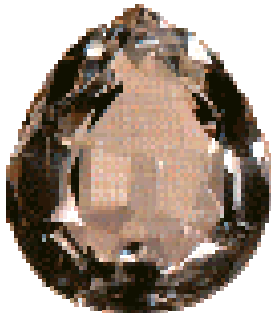
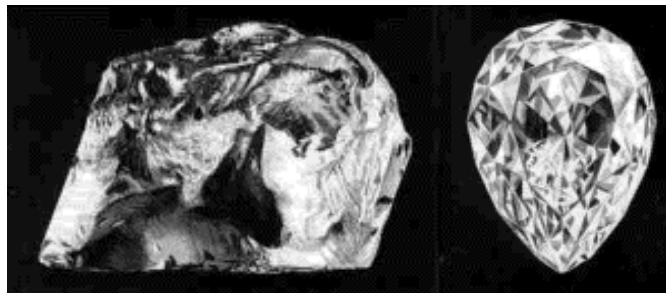
# Funkeln, Glanz und Härte – Der Diamant ein beliebtes Mineral –

---

## Natürliche Rohdiamanten



Der Cullinan – der größte je gefundene Diamant  
ungeschliffen (3000 Karat) und geschliffen (530 Karat)



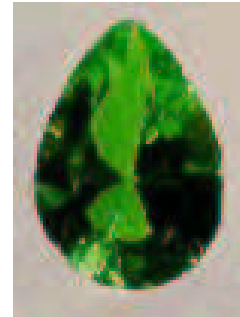
Sancy



Florentiner



Hope



Leipzig



1 Karat = 0,2 g

# Funkeln, Glanz und Härte – Der Diamant ein beliebtes Mineral *und Material* –

---

Bort: bleigraue trübe Diamanten

Spanen



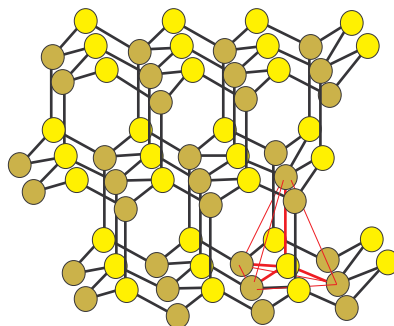
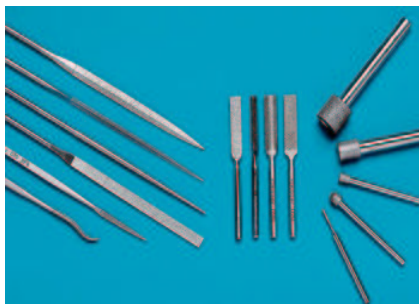
Bohren



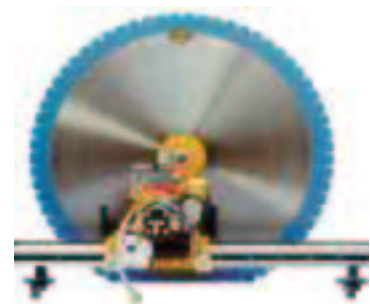
Schleifen



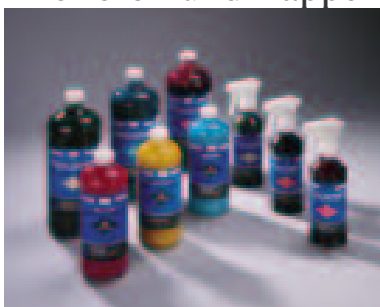
Feilen



Schneiden



Polieren und Läppen



Härteprüfung



Glasbearbeitung



Verschleißschutz durch Oberflächenveredelung

## Plasmamodifizierung von Diamantoberflächen



### 10. Erfahrungsaustausch

– Oberflächentechnologie mit Plasma- und Ionenstrahlprozessen –

18.03.-21.03.2003, Mühlleithen

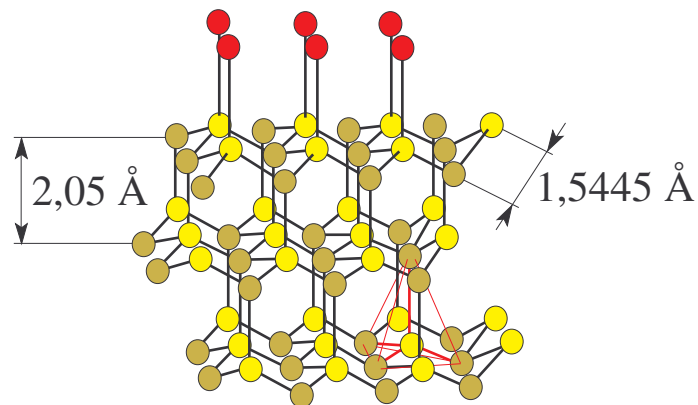
**Manuela Hahn<sup>1,2</sup>, Gerit Frens<sup>3</sup>, Mirko Nitschke<sup>1</sup>, Dieter Pleul<sup>1</sup>  
und Frank Simon<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Polymerforschung Dresden e.V., Hohe Straße 6, D-01069 Dresden, E-Mail: [frsimon@ipfdd.de](mailto:frsimon@ipfdd.de), <http://www.ipfdd.de>

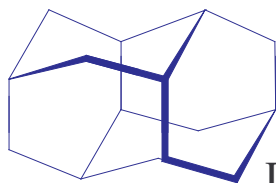
<sup>2</sup> Hochschule Zittau/Görlitz (FH), Fachbereich Mathematik/Naturwissenschaften, Postfach 1455, D-02755 Zittau

<sup>3</sup> Delft University of Technology, Julianalaan 136, NL-2628 BL Delft, Niederlande

## Kristallgitter und Diamantoberfläche



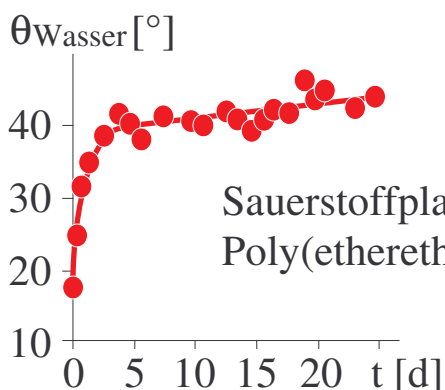
Härte nach MOHS: 10,  
 unlöslich in allen organischen Flüssigkeiten,  
 inert gegen die meisten Säuren und Basen, auch gegen Fluor,  
 verbrennt oberhalb 800 °C zu CO<sub>2</sub>,  
 Temperung unter Luftabschluß bei 1700 °C Umwandlung zum Graphit.



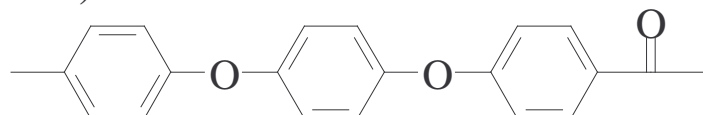
Diamantan (Pentacyclo[7.3.1.1<sup>4,12</sup>.0<sup>2,7</sup>.0<sup>3,11</sup>]tetradecan]

## Was passiert bei der Plasmamodifizierung von Polymeren?

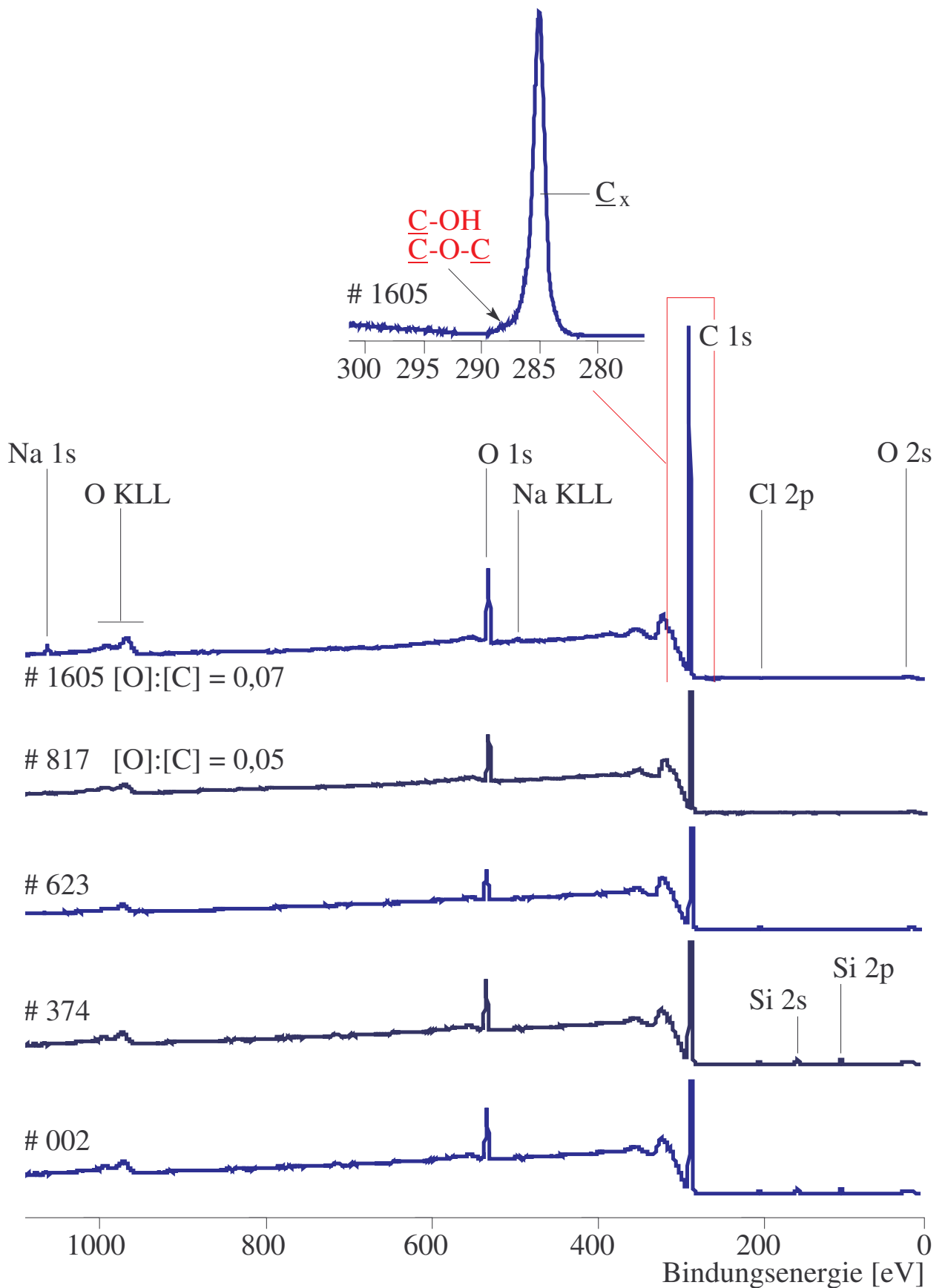
Breean, W.J.; Feast, W.J.; Munro, H.S.; Walkner, S.A.: Investigation of the ageing of plasma oxidized PEEK, Polymer 32 (1991) 1527-1530



Sauerstoffplasmabehandlung eines  
 Poly(etheretherketon)s

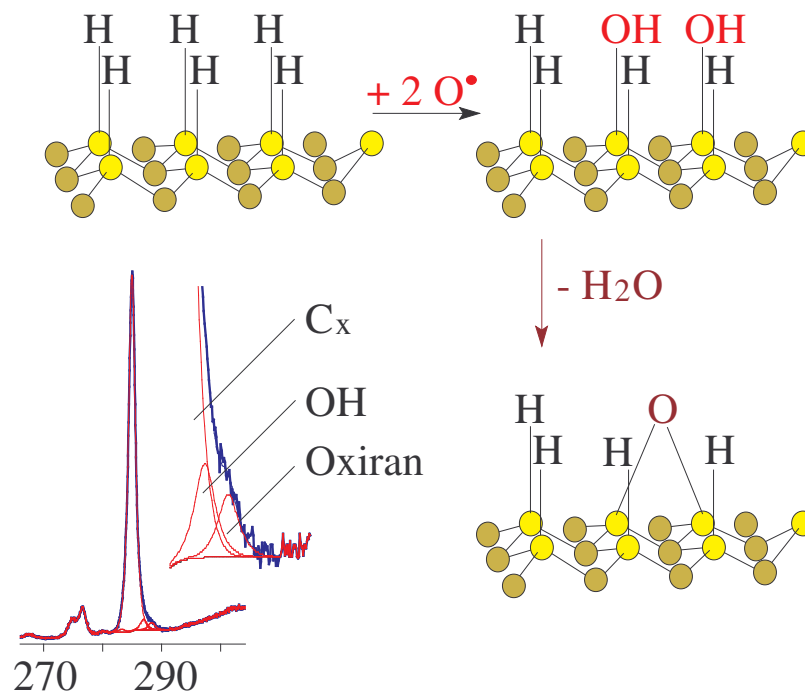
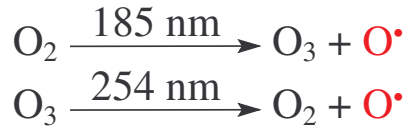
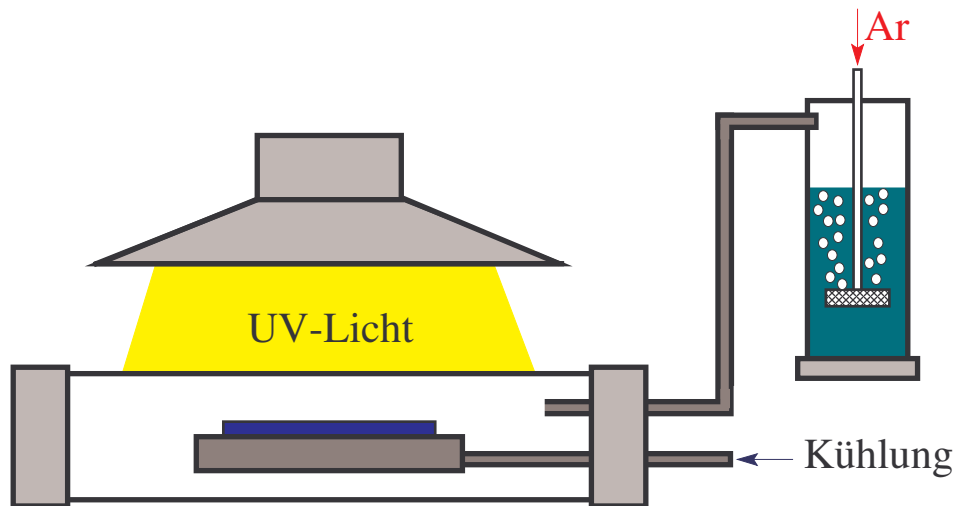


# Unmodifizierte Diamantoberfläche



## State of the Art: – UV-Bestrahlung von Diamantoberflächen –

Danniëlle P. Borger: Polaire Groepen aan Polyethyleen Oppervlakken – Modificatie van PE Oppervlak met UV Karakterisering van Oppervlaktegroepen met Solvatochromie, Delft University of Technology (1998), Delft, Nederlande



## Elektronenbestrahlung von Diamantoberflächen

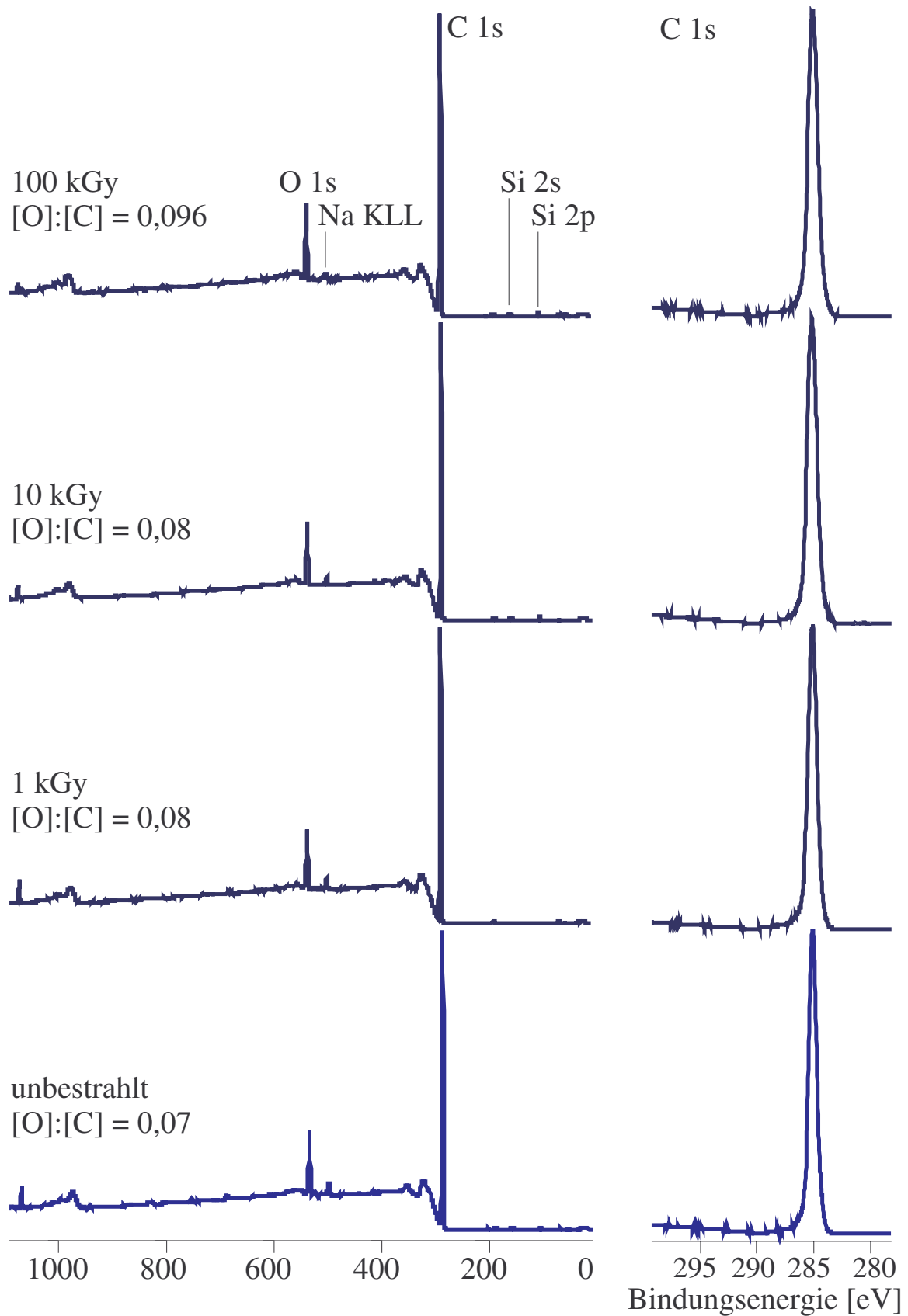
---

Elektronenbeschleuniger ELV - 2  
(BUDKER-Institut Novosibirsk)  
(0,6 bis 1,5 MeV Elektronenenergie, 20 kW Strahlleistung)



Reaktive Spezies:  $O$ ,  $O^{\bullet}$ ,  $O_2^{\bullet}$ ,  $O_3$ ,  $OH^{\bullet}$ ,  $NO^{\bullet}$  und  $NO_2^{\bullet}$

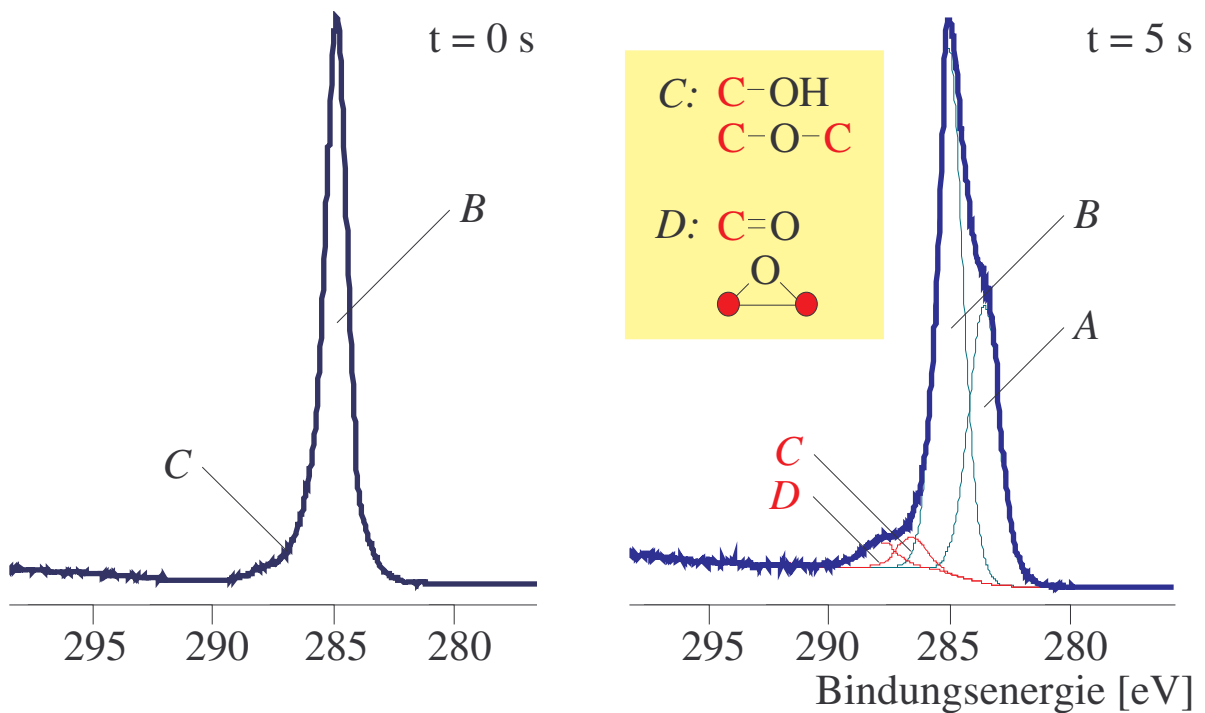
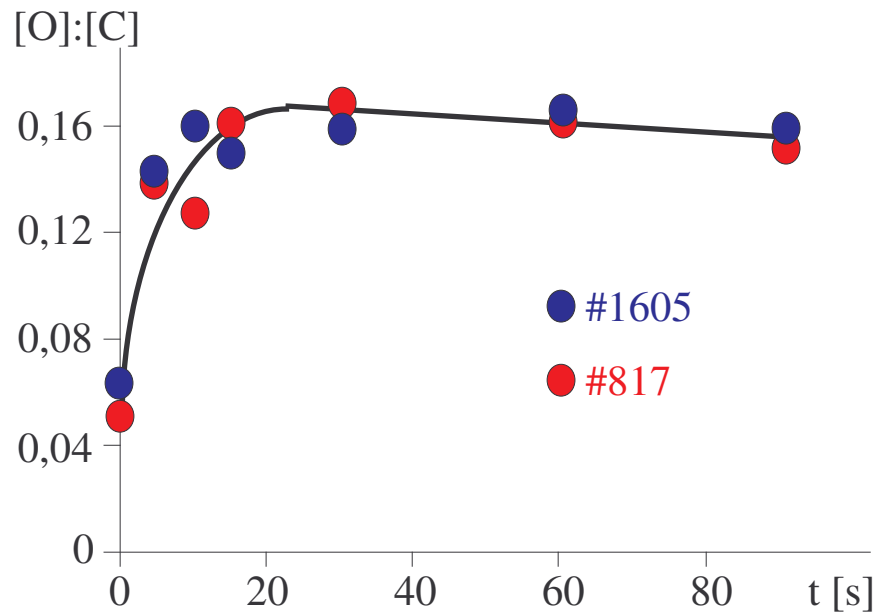
## Elektronenbestrahlung von Diamantoberflächen



## Diamantoberflächen im Sauerstoffplasma

HF-Plasma, 200 W, 20 sccm O<sub>2</sub>, p = 0,03 mbar, t variabel

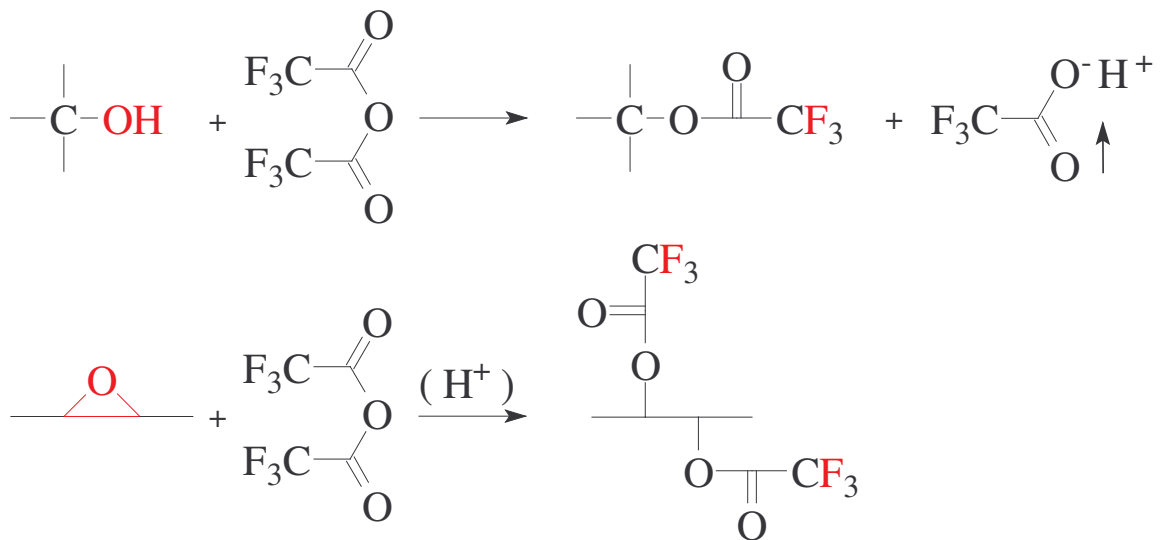
[O]:[C]-Verhältnisse aus den Übersichtsspektren



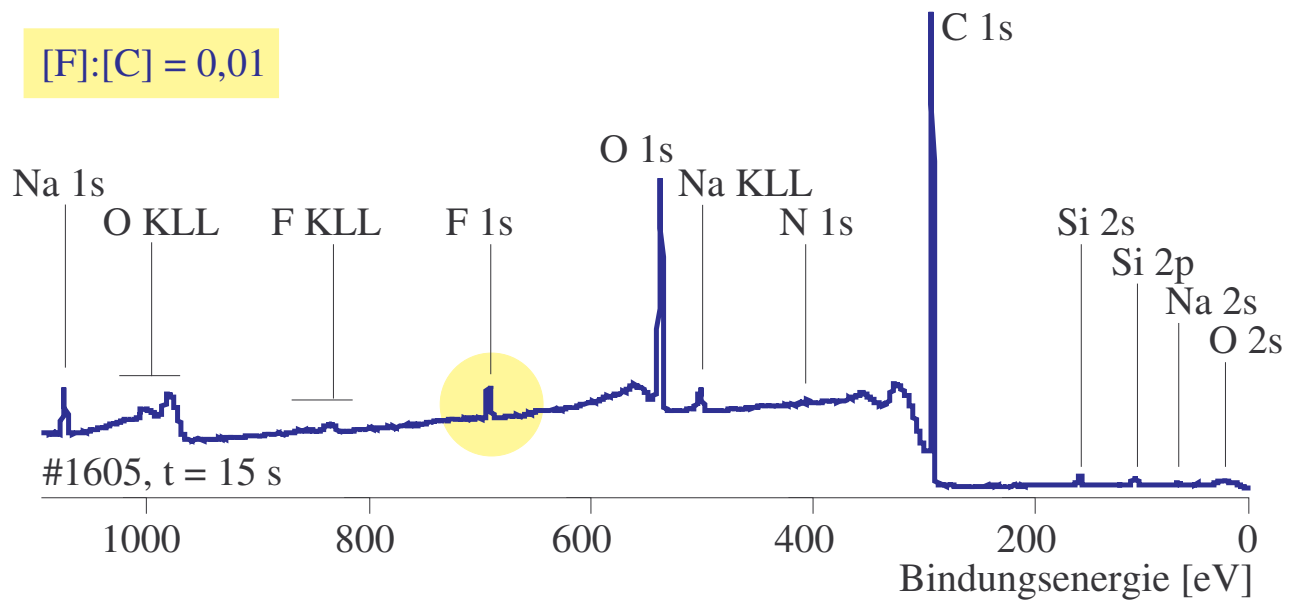
## Funktionelle Gruppen im Oberflächenbereich plasmamodifizierter Diamantoberflächen

C: C-OH  
C-O-C

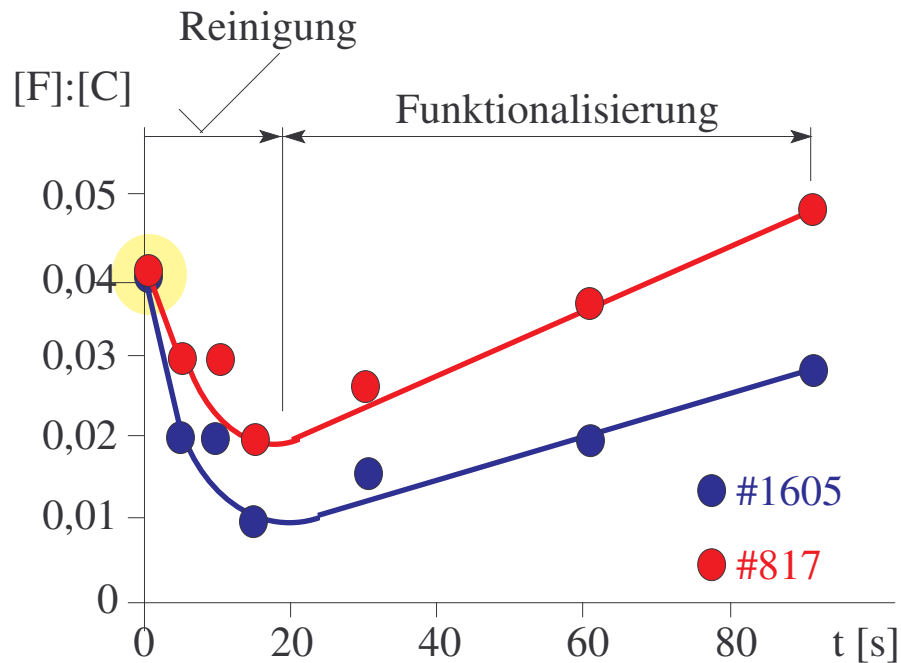
D: C=O



[F]:[C] = 0,01



## Funktionelle Gruppen im Oberflächenbereich plasmamodifizierter Diamantoberflächen



Anteil des Komponentenpeaks am  
Gesamtkohlenstoffgehalt

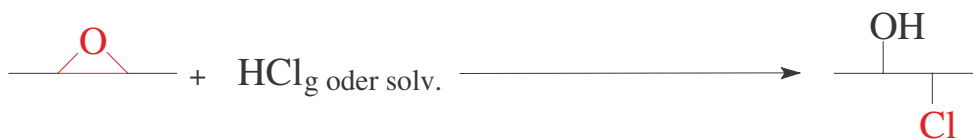
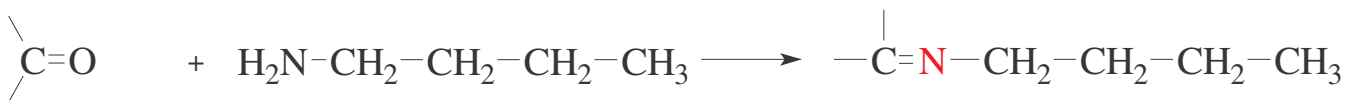
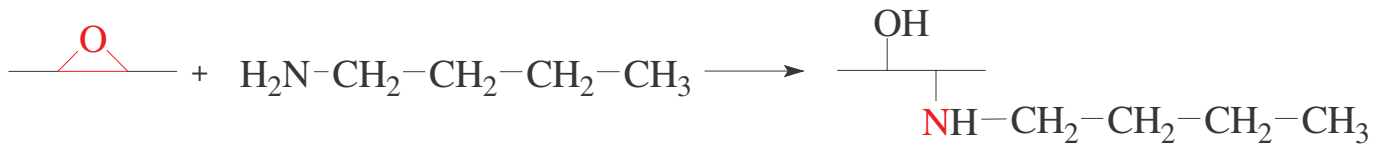
$[C] = 0,075$	davon C–OH Gruppen: 0,013		$[O]:[C]_{C\ 1s} = 0,013$
	davon C–O–C Gruppen: 0,062		$[O]:[C]_{C\ 1s} = 0,031$
$[D] = 0,022$	bei Annahme von C=O: 0,022		$[O]:[C]_{C\ 1s} = 0,022$
			$[O]:[C]_{C\ 1s} = 0,066$
			$[O]:[C]_{surv} = 0,068$

Auf der unmodifizierten Diamantoberfläche sind Verarbeitungshilfsmittel  
adsorbiert: nichtionogene Tenside und Fettalkohole

J Nachweis von C–OH Gruppen

## Funktionelle Gruppen im Oberflächenbereich plasmamodifizierter Diamantoberflächen

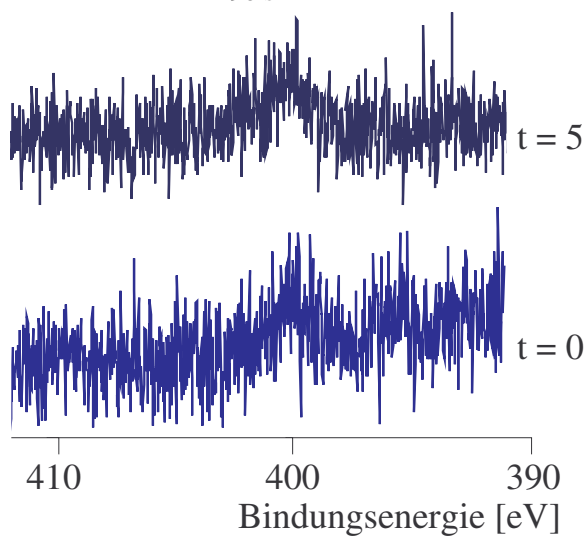
D: C=O



Labelling mit n-Butylamin

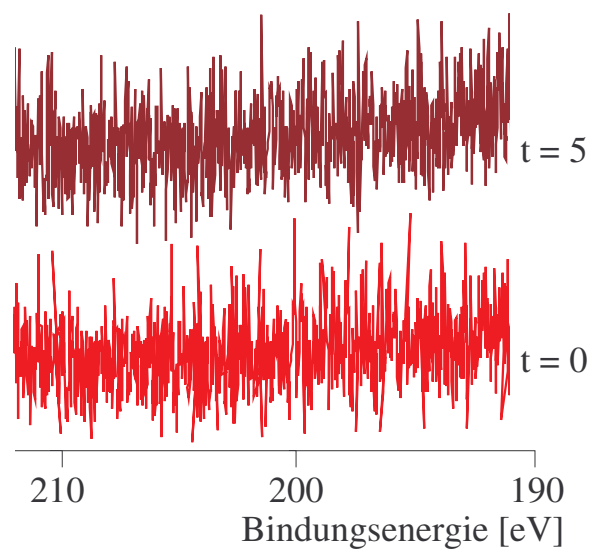
# 817 ([N]:[C]<sub>30s</sub> = 0,003)

([N]:[C]<sub>90s</sub> = 0,002)



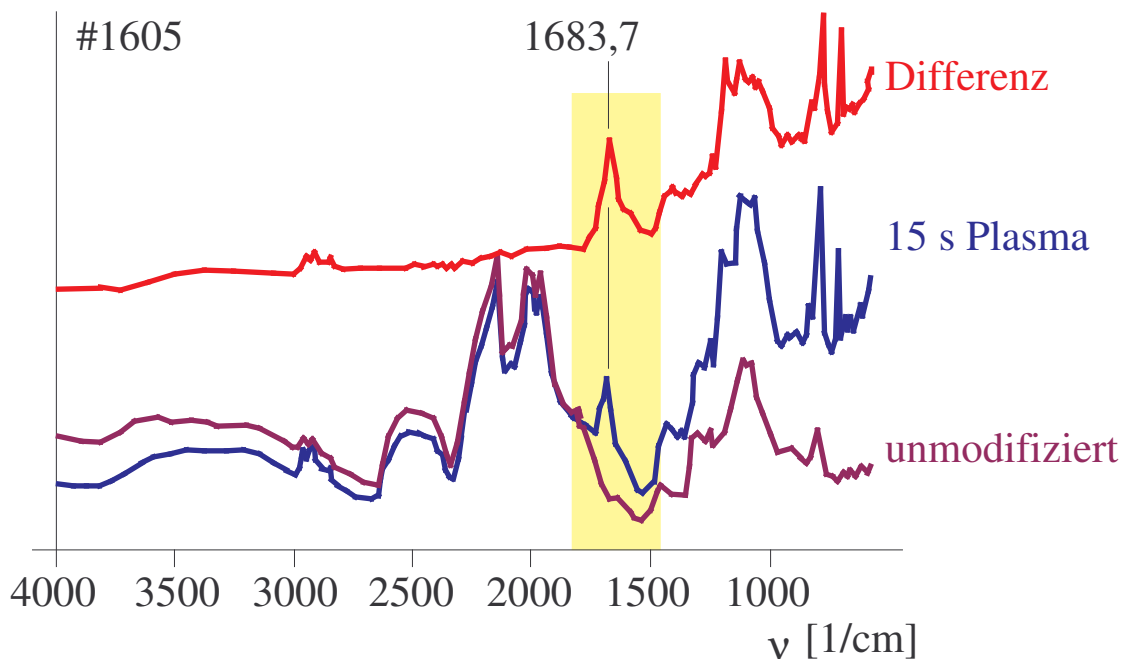
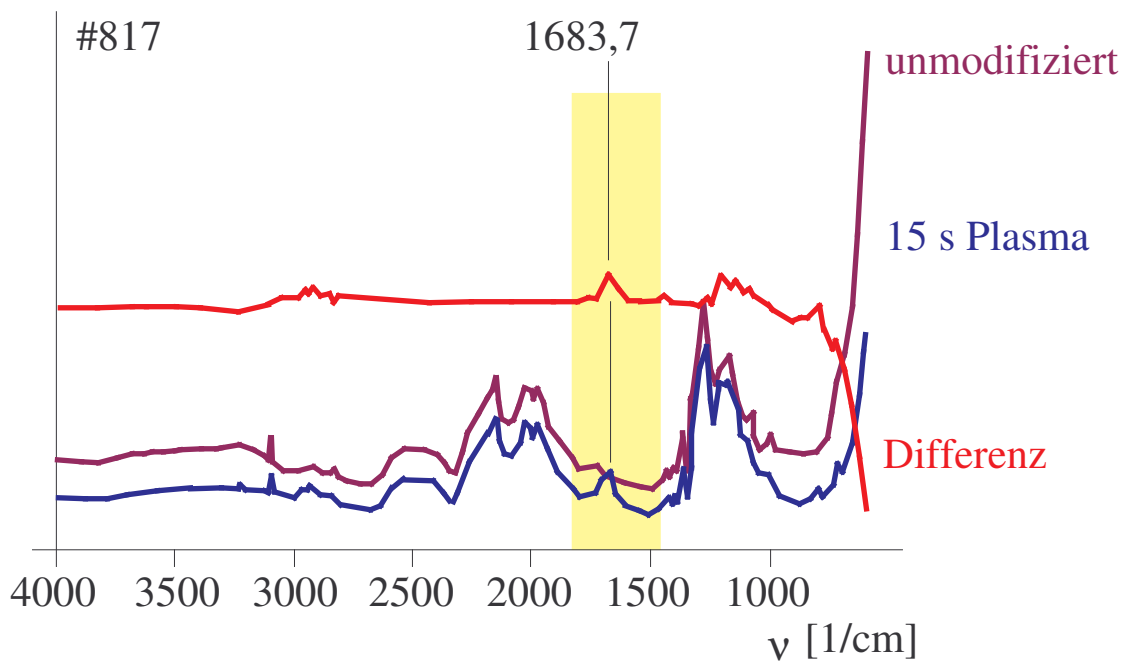
Labelling mit gasförmiger HCl

# 817



J Keine Oxirane, also C=O Gruppen

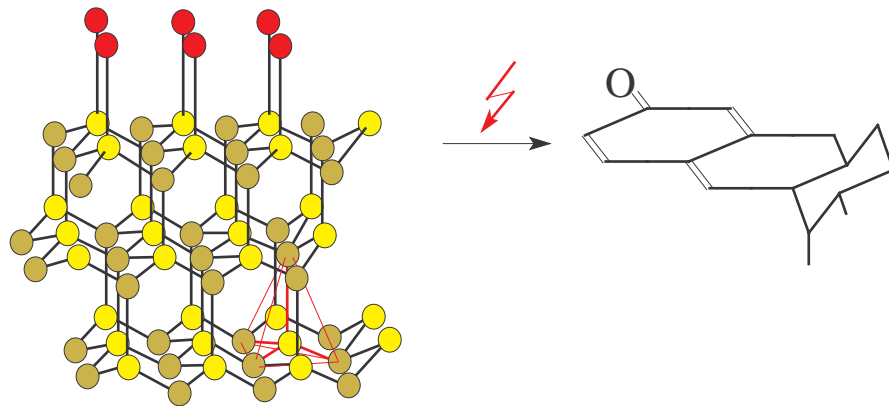
## Carbonyle – Das Zerbrechen des Diamantgitters



1690...1655  $\text{cm}^{-1}$  Chinone,  
 1700...1660  $\text{cm}^{-1}$   $\alpha, \beta$ - $\alpha', \beta'$  ungesättigte Ketone,  
 1700...1680  $\text{cm}^{-1}$  Arylketone

(Infrared Characteristic Group Frequencies, John Wiley, London, 1994)

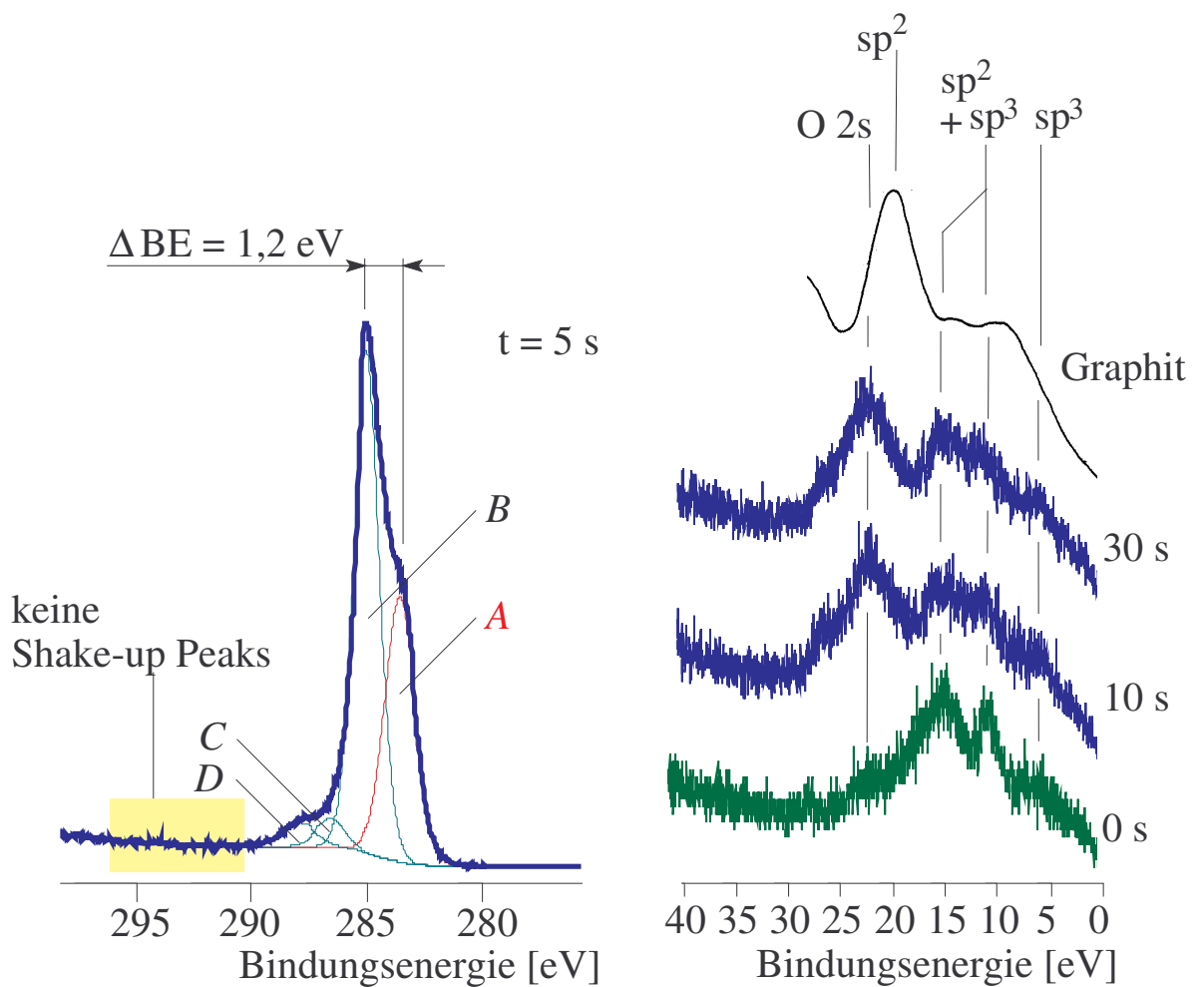
# Carbonyle – Das Zerschneiden des Diamantgitters



J chinoide und graphitische Struktureinheiten

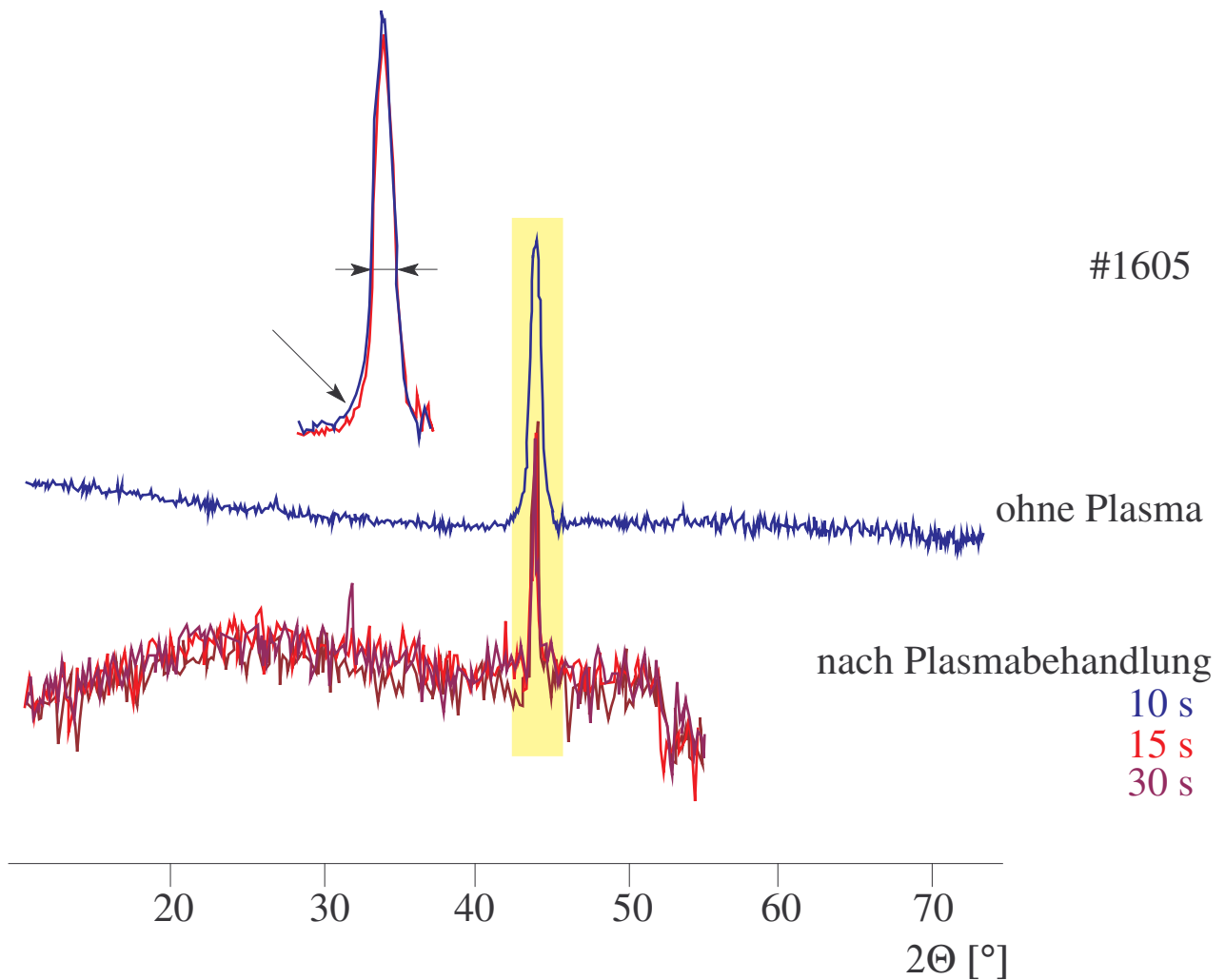


keine Reaktion der Carbonylverbindungen mit Aminen



## WAXS in Reflexion

Diamant	(111)	$D = 0,206 \text{ nm}$	$\rightarrow$	$2\Theta = 44,1^\circ$
	(220)	$D = 0,126 \text{ nm}$	$\rightarrow$	$2\Theta = 75,3^\circ$
Graphit	(002)	$D = 0,388 \text{ nm}$	$\rightarrow$	$2\Theta = 26,7^\circ$
	(100)	$D = 0,214 \text{ nm}$		
	(101)	$D = 0,204 \text{ nm}$		
NaCl	(111)	$D = 0,326 \text{ nm}$		
	(200)	$D = 0,282 \text{ nm}$	$\rightarrow$	$2\Theta = 31,8^\circ$
	(220)	$D = 0,199 \text{ nm}$		



J **keine Änderungen** im Inneren (Volumenphase) der Diamanten

## Zusammenfassung und Dank

---

### Plasmamodifizierung von Diamantoberflächen

- Modifizierung und Funktionalisierung in wenigen Sekunden,
- Einbau von alkoholischen OH-Gruppen verleihen der Oberfläche eine gewisse Reaktivität gegenüber Epoxidharzen,
- im Unterschied zur Modifizierung mit UV-Licht keine Entstehung von Oxiranen (Epoxiden),
- Umwandlung des Diamantgitters in graphitähnliche Strukturen einhergehend mit der (oder initiiert durch die) Bildung von chinoiden Keto-  
gruppen,
- Diamantgitter in der Volumenphase wird durch Modifizierung nicht gestört, Modifizierung erfolgt nur im oberflächennahen Bereich.

### Ein Dankeschön an:

Danniëlle P. Borger und Garance Bundel  
Delft University of Technology  
Julianalaan 136, NL-2628 BL Delft, Niederlande

Helmut Dorschner, Klaus-Jochen Eichhorn und Dieter Jehnichen  
Institut für Polymerforschung Dresden e.V.  
Hohe Straße 6, 01069 Dresden

Silvio Prause und Stefan Spange  
Universität Chemnitz, Lehrstuhl für Polymerenchemie  
Straße der Nationen 62, 09107 Chemnitz