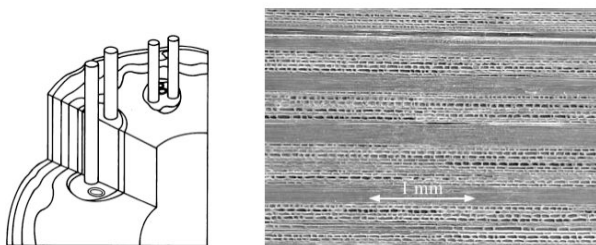
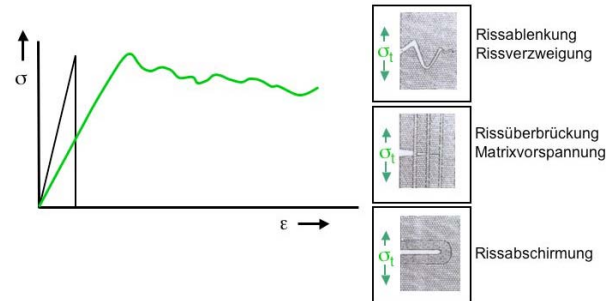


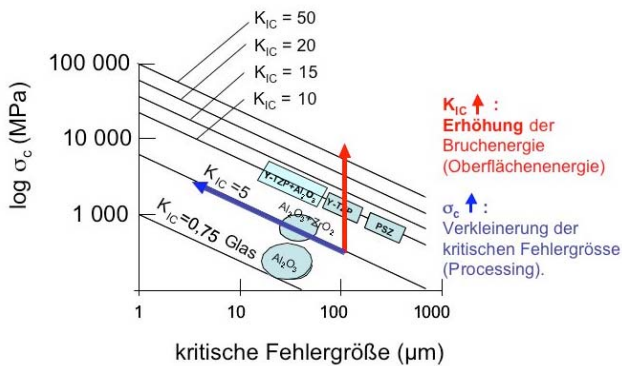
Dr.-Ing. G. Falk



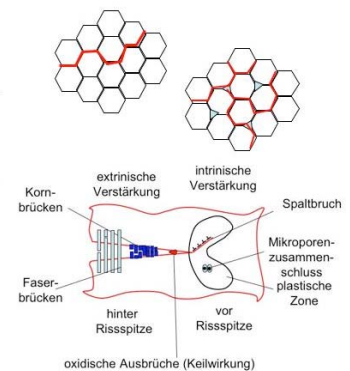
Mechanismen



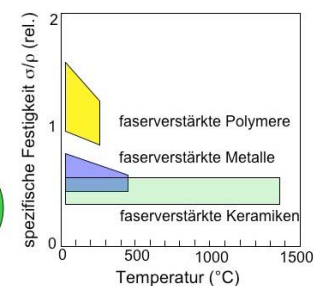
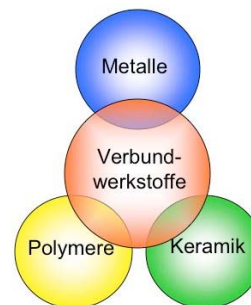
Rissmechanismus	Detail
Rissablenkung	Herausdrehen der Rissfront durch Korngrenzen und durch 2. Phasen
Rissverbiegung	Ausbuchtung der Rissfront zwischen zwei Hindernissen (Körner 2. Phase)
Rissverzweigung	Riss kann sich in 2 oder mehr parallel laufende Risse aufspalten
Abschirmung der Risspitze durch Prozesszone	1: Mikrorissbildung 2: Umwandlungsverstärkung 3: Duktile Verformung in der Prozesszone
Abschirmung der Risspitze durch Rissüberbrückung	1. Teilweises Ablösen spröder Fasern in spröder Matrix 2. Rissüberbrückung durch Körner und Fasern 3. Überbrückung durch duktile Körner

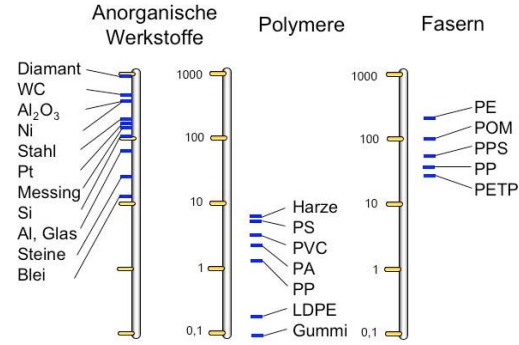
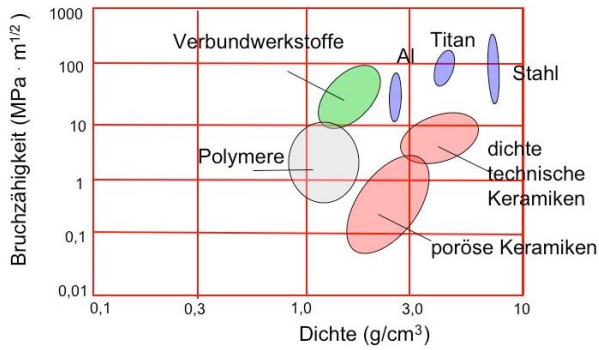


- Rissablenkung und and Rissverzweigung
- Abschirmung der Risspitze durch ausgebrochene Körner oder raue Rissoberflächen oder Rissüberbrückung
- Abschirmung der Risspitze durch spannungsinduzierte Prozesszone (Umwandlungsverstärkung und Mikrorissbildung)



Zähigkeiten	K _{Ic} (MPa m ^{1/2})
Glas	0.7-0.9
glasartig	
Glaskeramik	2.5
MgO Einkristall	1
SiC Einkristall	1.5
typisch	
SiC Keramik	4-6
Al ₂ O ₃ Keramik	3.5-4
Verbund	
Al ₂ O ₃ Verbundk.	6-11
Si ₃ N ₄	6-11
Umwandlungsverstärkt	
ZrO ₂ -c	2.8
ZrO ₂ -c/t PSZ	6-12
ZrO ₂ -t TZP	6-12
Hartmetall	
WC/Co	5-18
Metall	
Al	35-45
Stahl	40-60



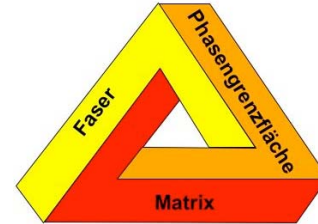
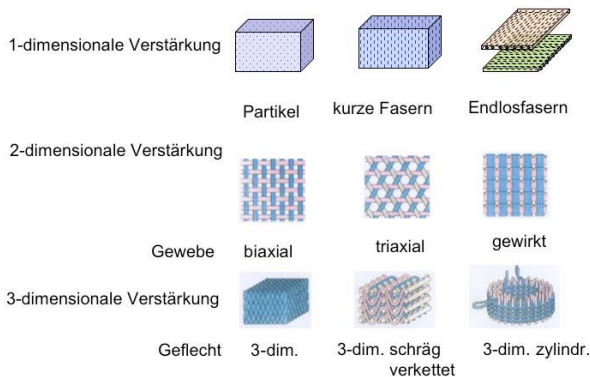


- Langfasern
 - Zähigkeit
 - Schadenstoleranz
 - Zuverlässigkeit
 - HT-Eigenschaften
- Kurzfasern
- Platelets
- Partikel
- In-situ Verbundwerkstoffe
- Nano-Komposite
 - Zähigkeit
 - Festigkeit
 - Verschleißverhalten

● Für alle keramischen Verbundwerkstoffe

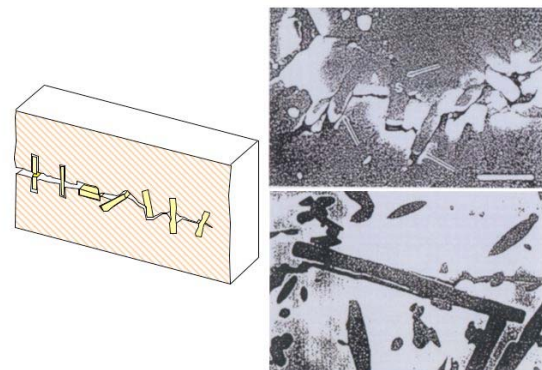
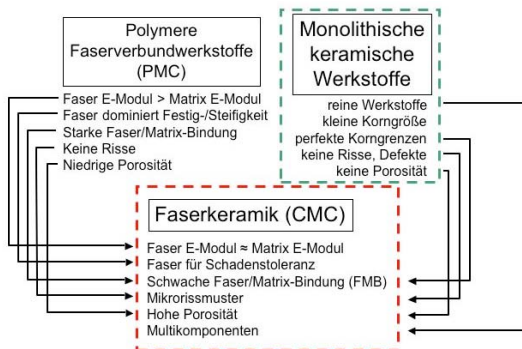
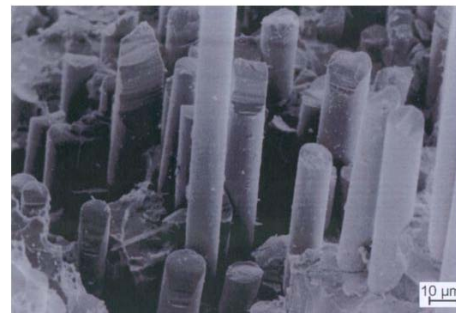
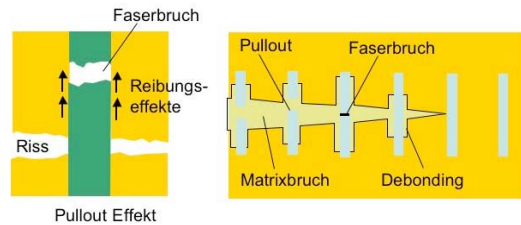
Verbesserung der

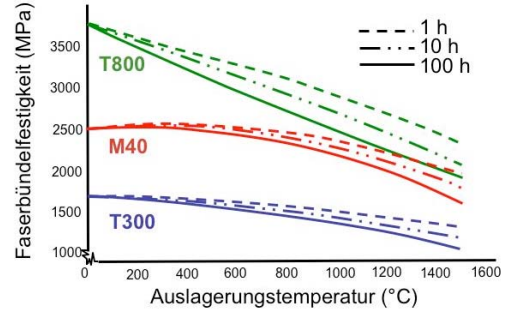
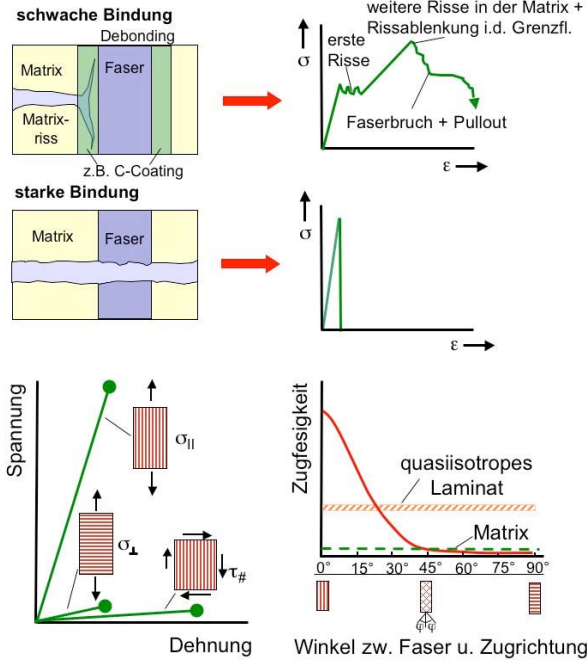
- Schlagfestigkeit
- Theroschockbeständigkeit



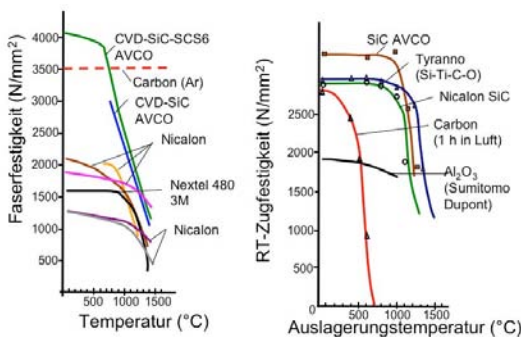
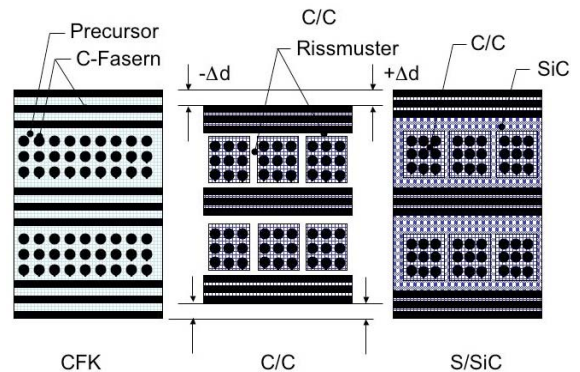
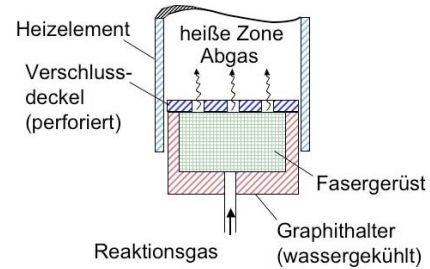
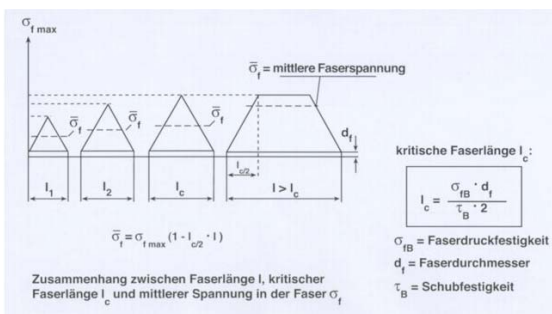
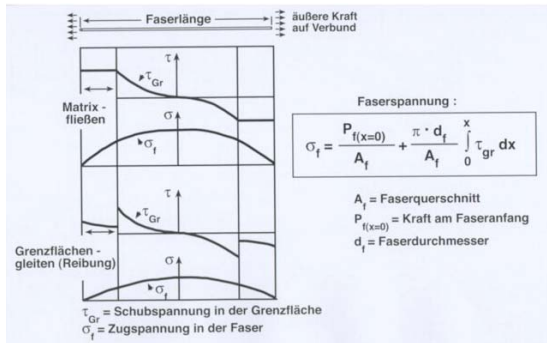
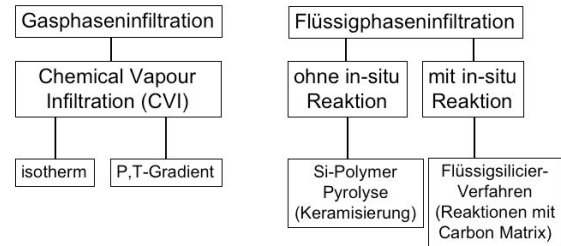
Aufgaben:

- Faser → Festigkeit, Steifigkeit
- Matrix → Verteilung der Kräfte
- Interphase → Kräfteinleitung in die Faser





Technisch anwendbare Prozesse für CNC Bauteile



Eigenschaften	Einheit	CVI-Verfahren				Flüssigverfahren	
		Isotherm		P,T-Gradient		Si-Polymer	Si-Infiltration
		C/SiC	SiC/SiC	C/SiC	SiC/SiC	C/SiC	C/C-SiC
Zugfestigkeit	MPa	350	150 - 200	300-320	280-340	250	80 - 100
Bruchdehnung	%	0,9	0,3-0,5	0,6-0,9	0,5-0,7	0,6	0,15-0,35
E-Modul	GPa	90 - 100	170 - 230	90 - 100	190 - 210	65	50 - 70
Druckfestigkeit	MPa	580 - 700	300 - 580	450 - 650	600 - 650	590	210 - 320
Biegefestigkeit	MPa	500 - 700	280 - 400	450 - 500	460 - 550	500	160 - 300
Interlam.	MPa	35	25 - 40	45 - 48	46 - 48	10	28 - 33
Sicherfestigkeit							
Porosität	%	10	10	10 - 15	10 - 15	10	2 - 5
Fasergehalt	Vol. %	45	40	42 - 47	42 - 47	48	55 - 65
Dichte	g/cm³	2,1	2,5	2,1 - 2,2	2,3 - 2,5	1,8	1,9 - 2,0
WAK	10 ⁵ K ⁻¹	3	3	3	4	1,16	1 - 2,5
		5	1,75 - 3,4	5	4	4,06	2,5 - 7
Spez. Wärme	J/kg K	620 - 700	620 - 1200			900 - 1600	690 - 1550
Hersteller		SNECMA		MAN		DaimlerChrysler	DLR