

# Gleitwerkstoffe für Gleitringdichtungen



**Joachim Heym - Haus der Technik 17. / 18. 2. 2004**

## **1. Einleitung**

## **2. Die drei wichtigsten Werkstoffklassen auf Kohlenstoff - Basis**

**> Herstellung**

**> Einflüsse unterschiedlicher Imprägnierungen**

**> Auswirkungen auf die Anwendung**

## **3. Die zwei wichtigsten Vertreter der SIC Werkstoffe**

- > Herstellung**

- > Vor- Nachteile**

- > Auswirkungen in der Anwendung**

## **4. Neuere Werkstoffentwicklungen**

- > Vorteile in der Anwendung**

## **5. Zusammenfassung**

**Es gibt drei Werkstoffklassen für tribologische Anwendungen:**

### **Kohlenstoff-Graphit:**

Mischung aus Petrolkoks und Pechkoks, Ruß und Graphit (Füllstoffe) plus thermoplastischer Binder (Kunstharze oder Steinkohlenteerpech). Durch Carbonisieren (Glühen) bei ca. 1200 °C wird der Binder verkocht. Die Gasdichtigkeit wird durch anschließendes Imprägnieren erzielt.

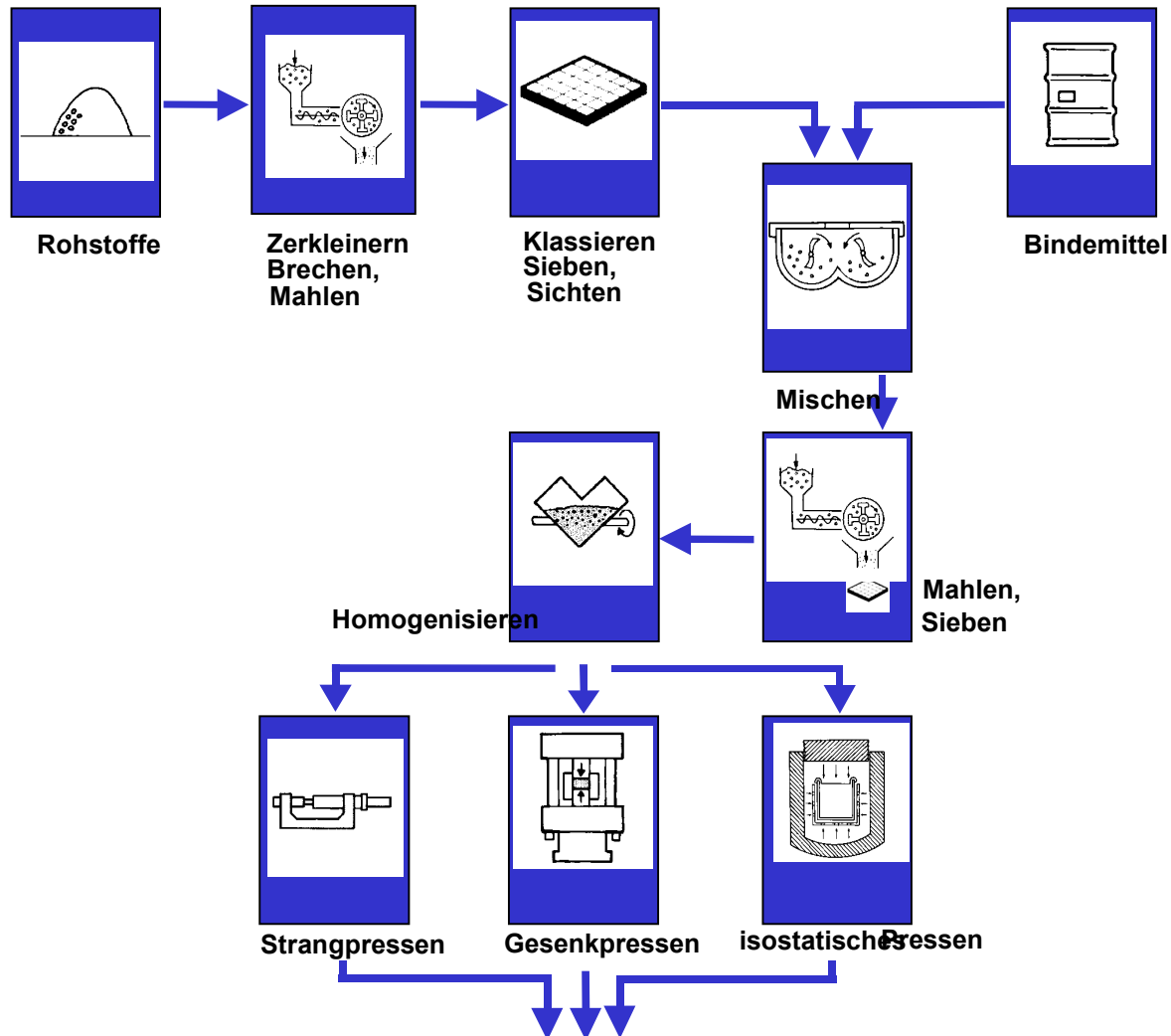
### **Elektrographit:**

Ausgangswerkstoff ist ein Kohlenstoff-Graphit bei dem der Kohlenstoffanteil bei 3000 Grad C vollständig graphitiert wird.

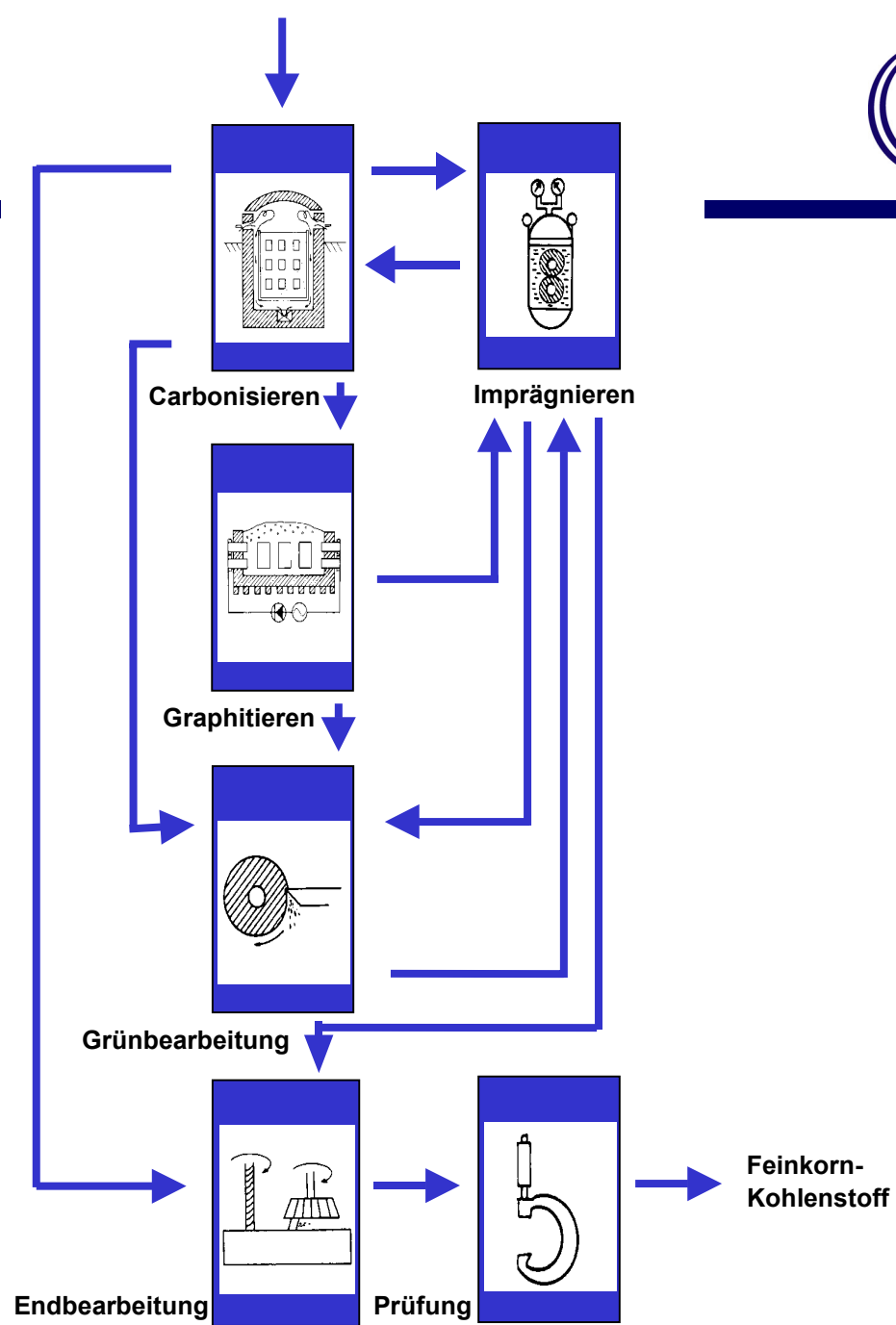
### **Kunstharzgebundener Kohlenstoff:**

Kunstharz ist Basismaterial (Bindemittel) und wird mit Natur- oder Elektrographit hoch gefüllt.

# Herstellung Teil 1



# Herstellung Teil 2





**FH - Kohlenstoff-Graphit**

**FE - Elektrographit**

**FF - Kunstharz gebundener Kohlenstoff**

**Die ersten beiden Ziffern nach den Buchstaben  
definieren die Grundmischung:**

**FH 42**

**FE 45**

**FF 60**

**Eine zusätzliche dritte Zahl definiert den  
Formgebungsprozess:**

**1....P.T.S      oder      9....isostatisches Pressen**

**Beispiele:**

**FH 421**

**FE 679**

**FF 601**

**Zusätzliche Prozessschritte wie Imprägnierungen mit Metallen, Harzen oder speziellen Salzen werden durch eine Buchstaben- / Zahlenkombination angezeigt:**

A - Antimon Imprägnierung

B - Blei-Antimon Imprägnierung

C - Kupfer Imprägnierung

ZH2, ZH5 - Phenolharz Imprägnierung

ZP2, ZP5 - Polyesterharz Imprägnierung

Y2, Y5 - Nachverdichtet mit Kohlenstoff

Q/PS - Salzimprägnierungen um Trockenlauf und Oxidationsbeständigkeit von Elektrographiten zu erhöhen

# Schunk Werkstoffe

## Einfluß von Imprägnierungen auf die physikalische Daten



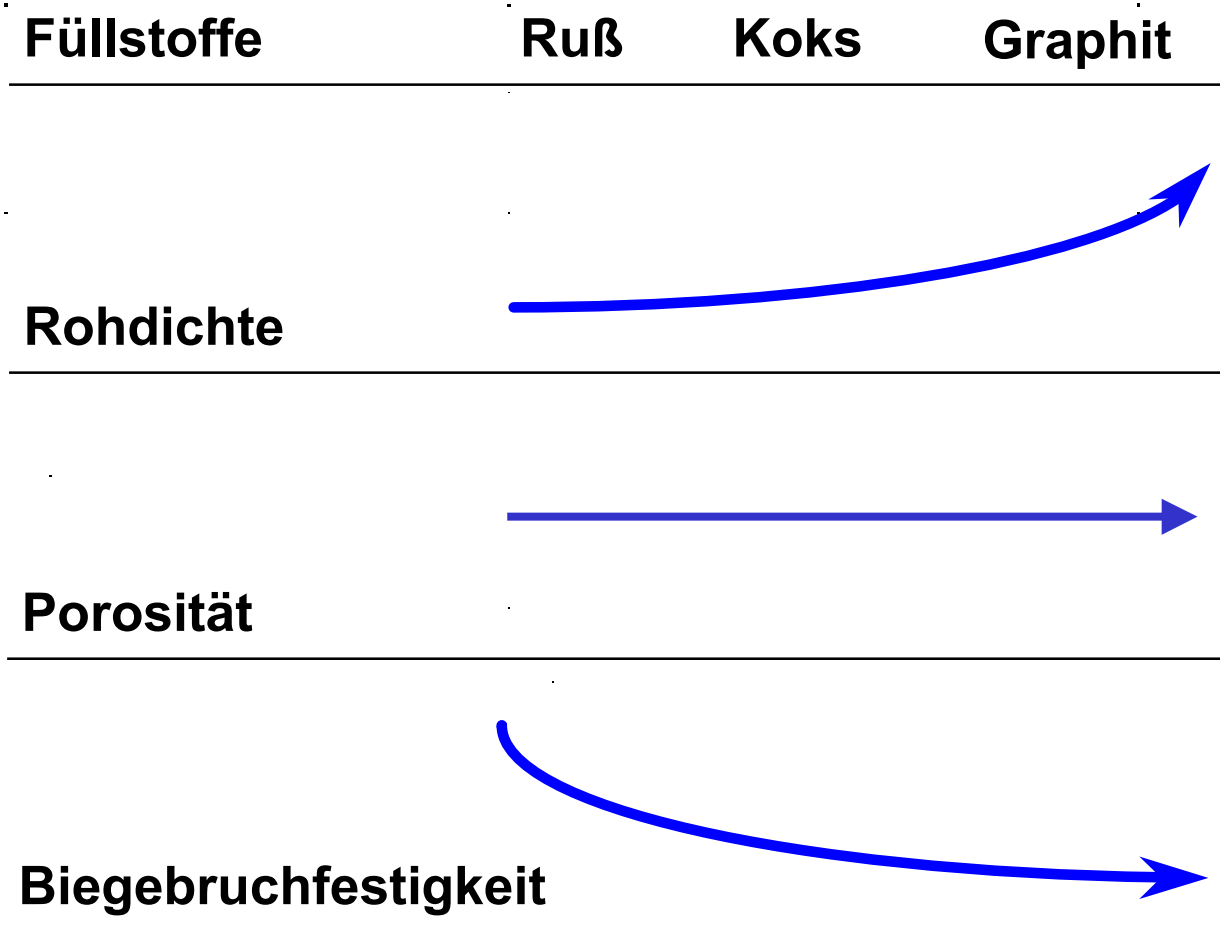
	<b>max. Einsatztemp.</b>	<b>Biegefestigkeit</b>	<b>Druckfestigkeit</b>	<b>Dichte</b>	<b>Wärmeleitfähigkeit</b>
	<b>oxid. Atm °C</b>	<b>Mpa</b>	<b>Mpa</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>W/mK</b>
<b>FH42</b>	<b>350</b>	<b>50</b>	<b>150</b>	<b>1,62</b>	<b>11</b>
<b>FH42Z2</b>	<b>200</b>	<b>60</b>	<b>210</b>	<b>1,75</b>	<b>11</b>
<b>FH42A</b>	<b>350</b>	<b>80</b>	<b>250</b>	<b>2,3</b>	<b>13</b>
<b>FH42B</b>	<b>230</b>	<b>80</b>	<b>240</b>	<b>2,8</b>	<b>15</b>

Füllstoffe	Ruß	Koks	Graphit
Härte			
Wärmeleitfähigkeit			
Reibungskoeffizient			



The diagram illustrates the influence of different fillers (Ruß, Koks, Graphit) on three properties: H<sub>ärte</sub> (Hardness), Wärmeleitfähigkeit (Thermal conductivity), and Reibungskoeffizient (Friction coefficient). The trends are as follows:

- H<sub>ärte</sub> (Hardness):** Increases from Ruß to Graphit, indicated by a blue arrow pointing right.
- Wärmeleitfähigkeit (Thermal conductivity):** Increases from Ruß to Graphit, indicated by a blue arrow pointing right.
- Reibungskoeffizient (Friction coefficient):** Increases from Ruß to Graphit, indicated by a blue arrow pointing right.



gut geeignet	bedingt verwendbar	ungeeignet
<b>Grauguß</b>	<b>Chromnickelstahl</b>	<b>Aluminium</b>
<b>Chromstahlguß</b>	<b>austenitisches Gußeisen</b>	<b>Aluminiumlegierungen</b>
<b>gehärteter Chromstahl</b>	<b>rostfreier Sinterstahl</b>	<b>(auch eloxiert)</b>
<b>Wolframkarbid</b>	<b>Stellit</b>	
<b>Chromoxid</b>	<b>PTFE - Compounds</b>	
<b>Siliciumkarbidwerkstoffe</b>	<b>Buntmetalle</b>	
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Kermik (nur bei Naßlauf)</b>		
<b>Kohlenstoff-Graphit-Werkstoffe</b>		

**Rauhtiefen der Kohlegleitflächen: Ra 0,20 - 0,40 µm**

**Rauhtiefen der Gegenlaufflächen: Ra 0,15 - 0,40 µm**

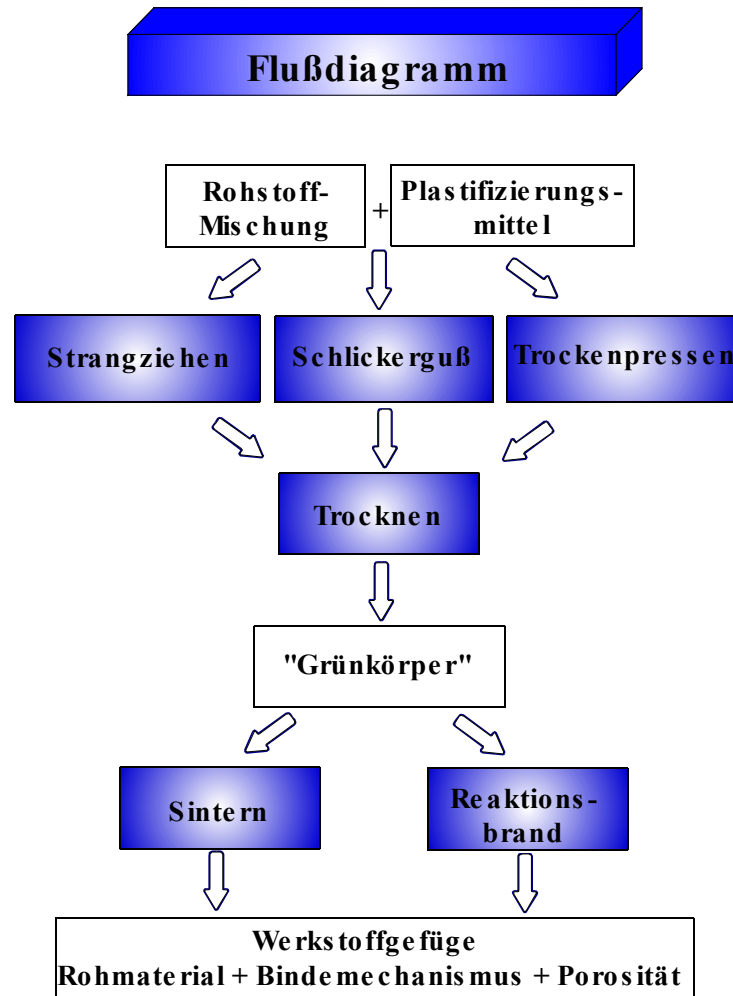
<b>Werkstoffe</b>	<b>Generelle Anwendungsempfehlungen:</b>
<b>FF521, FF931</b>	<b>Naßlauf, niedrigste Gleitgeschwindigkeiten und Drucke, geringe chemische Beständigkeit</b>
<b>FH82Y5</b>	<b>Naßlauf, durchschnittliche Gleitgeschwindigkeiten und Drucke, höchste chemische Beständigkeit</b>
<b>FH44Z5, FH42Z5, FH82Z5</b>	<b>Naßlauf, durchschnittliche bis hohe Gleitgeschwindigkeiten und Drucke, hohe chemische Beständigkeit</b>
<b>FH82A, FH42A</b>	<b>Naßlauf, höchste Gleitgeschwindigkeiten und Drucke, limitierte chemische Beständigkeit</b>
<b>FH44Z2, FH45Y5, FE679QP</b>	<b>Trockenlauf bei niedrigen Gleitgeschwindigkeiten</b>

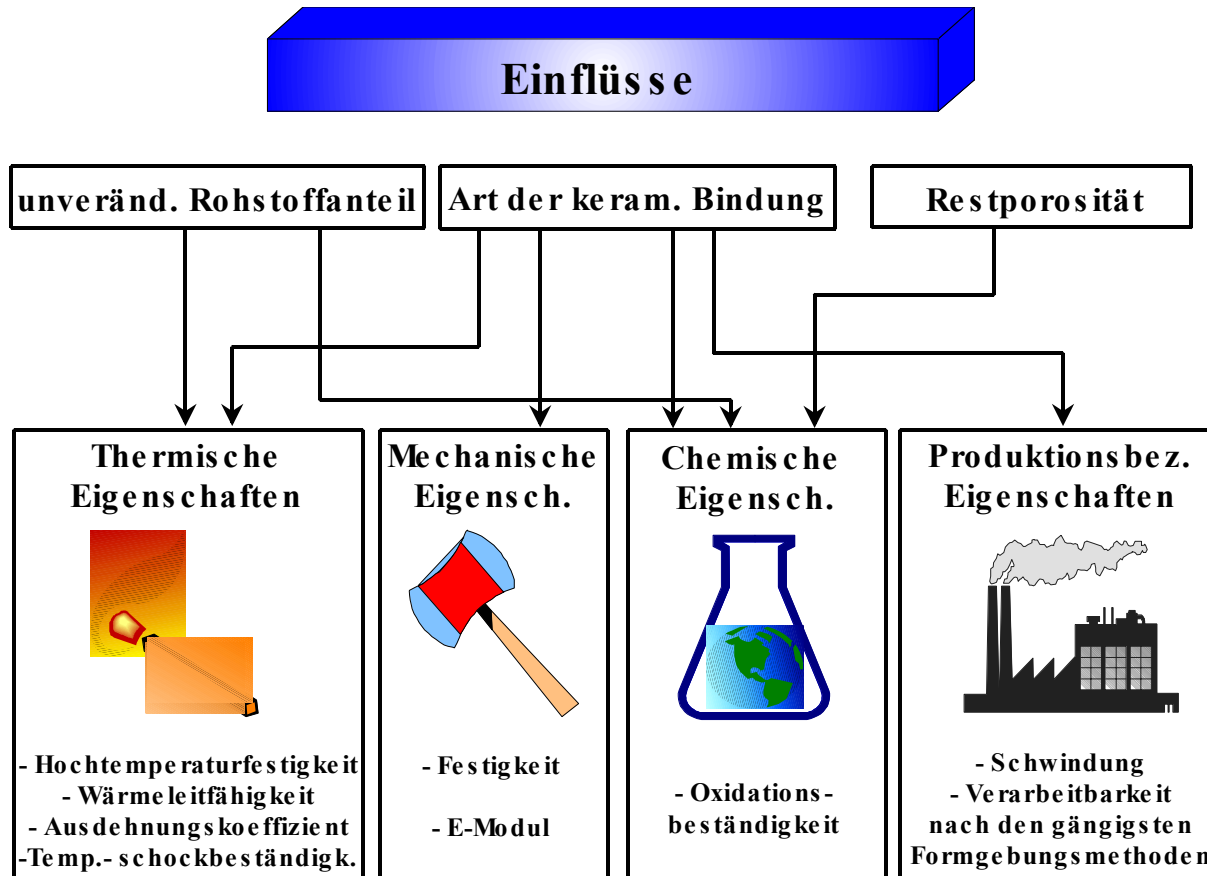
## **Anwendungsgrenzen:**

Gleitgeschwindigkeiten: < 70m/sec.

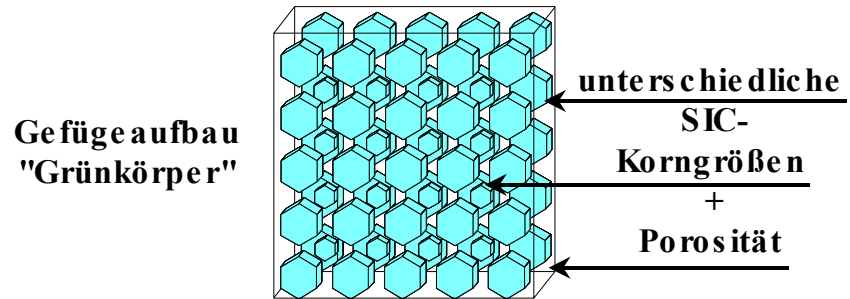
Druckdifferenz: < 160 bar

Gleitdruck: 10 - 200 N/cm<sup>2</sup> - normalerweise < 50 N/cm<sup>2</sup>

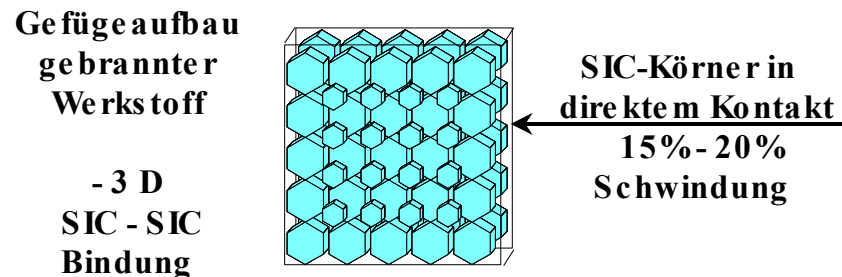




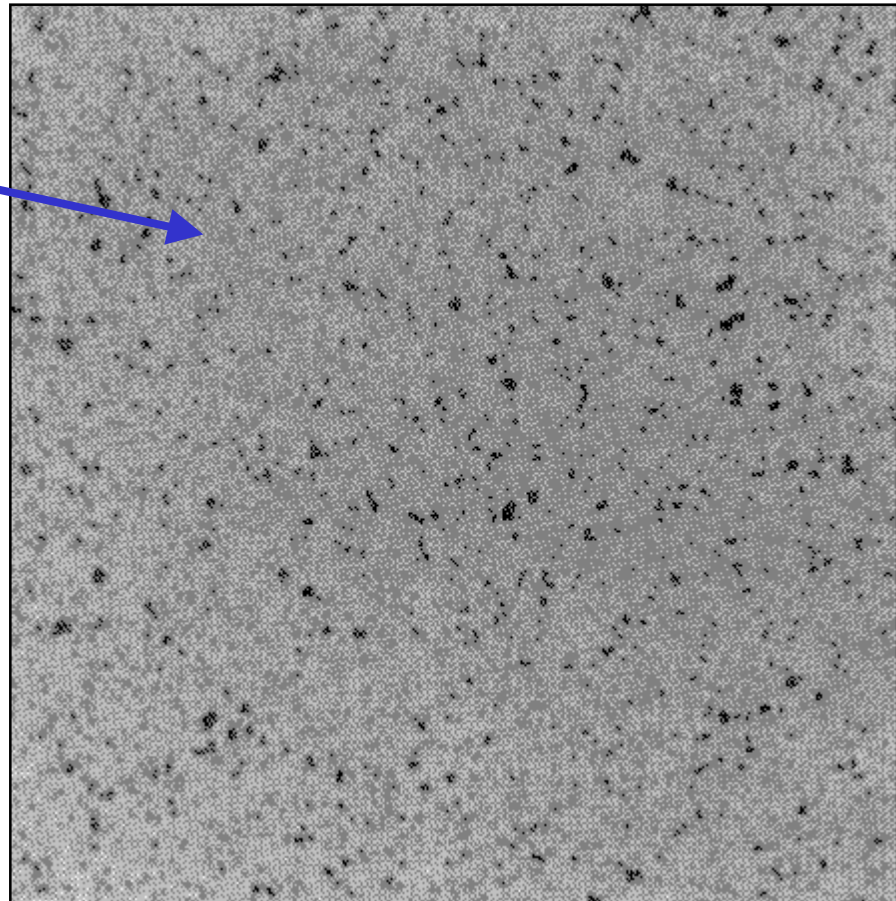
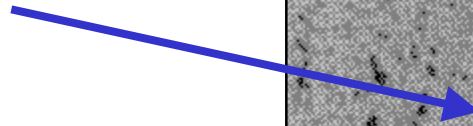
## SSIC gesintertes SIC



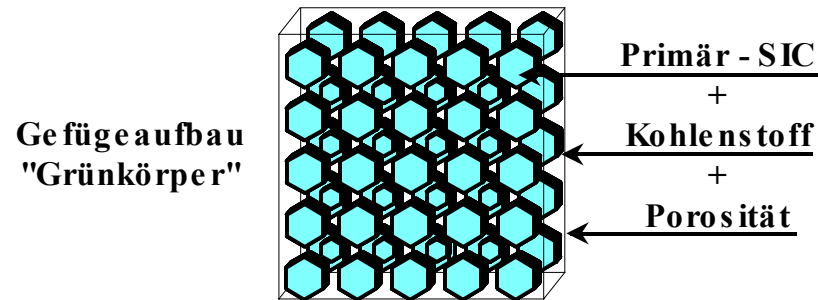
Sinterbrand bei etwa 2000 Grad C



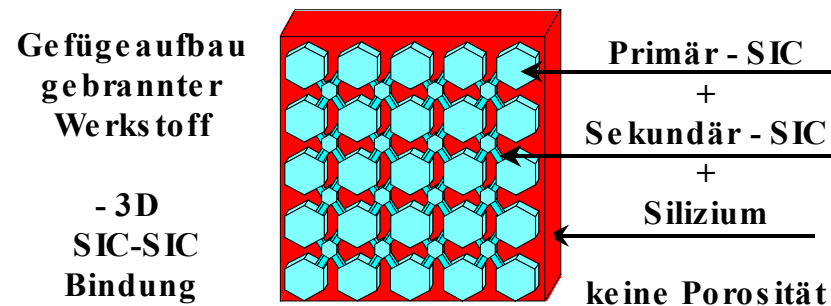
**SSIC Gefüge**



## SISIC reaktionsgebundenes SIC



+ Silizium (Reaktionsbindung)  $SI + C > SIC$



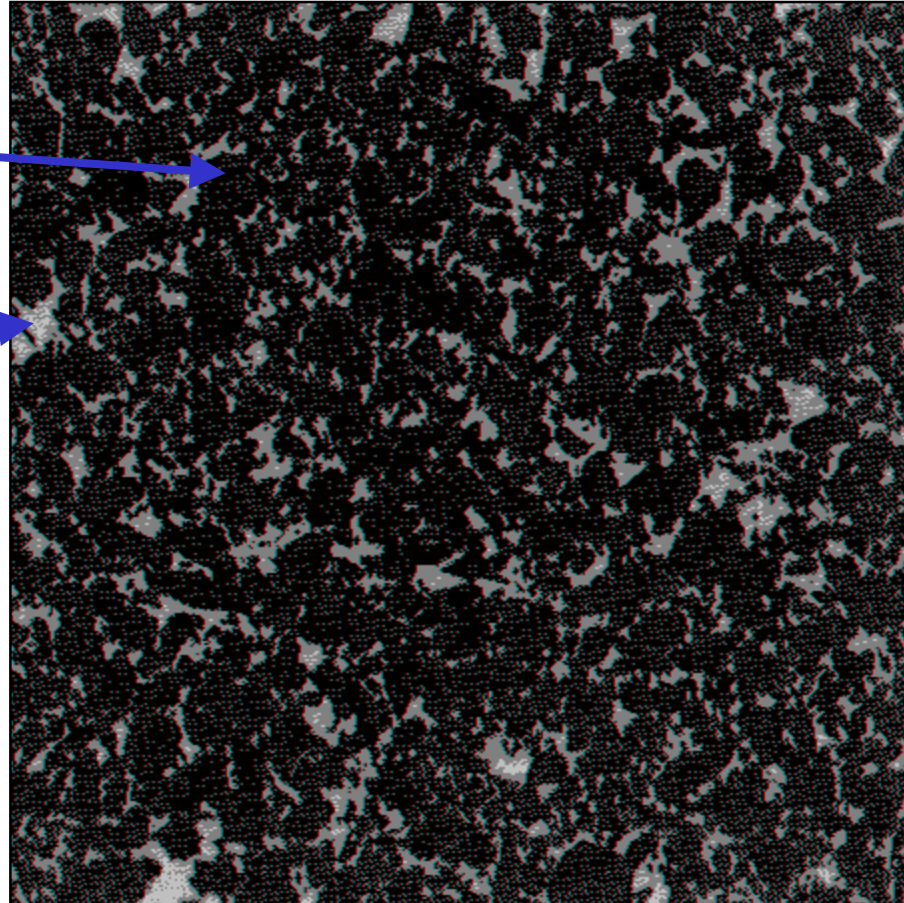
# Das reaktionsgebundene SIC - Mikrogefüge



SIC



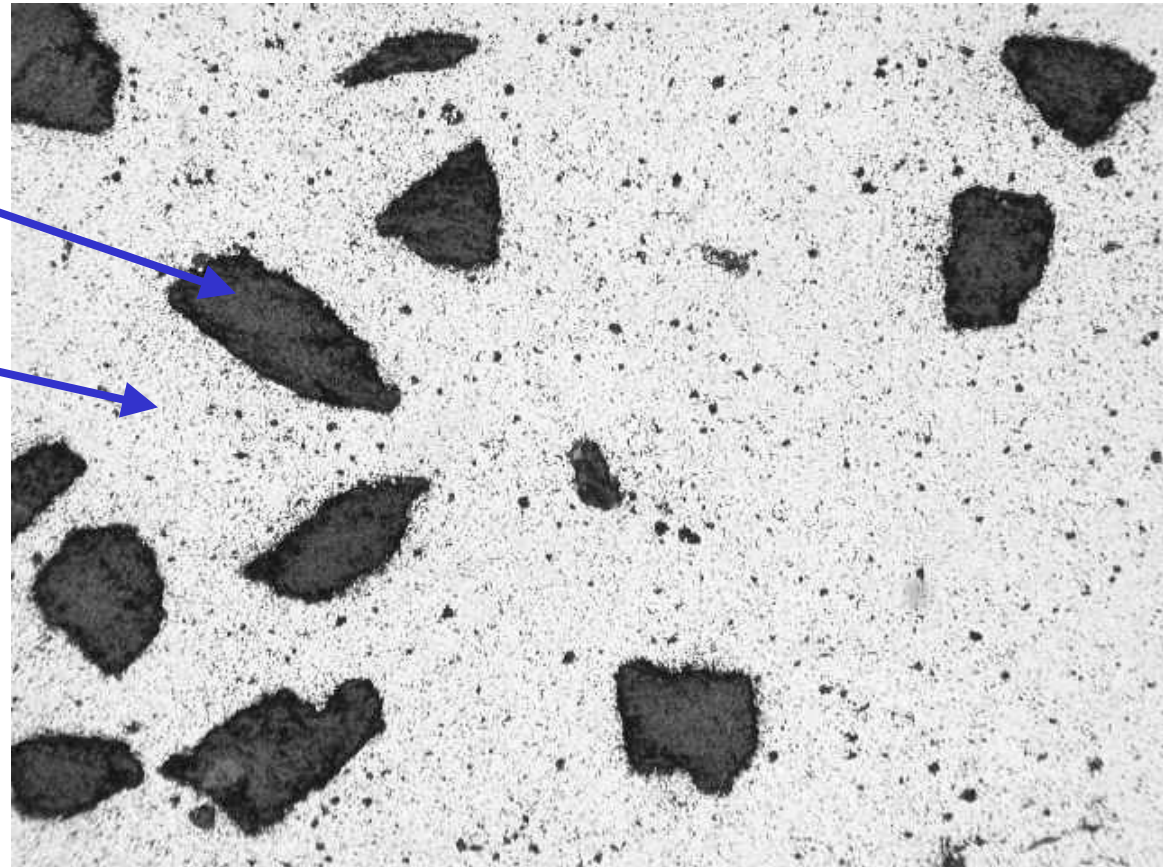
SI

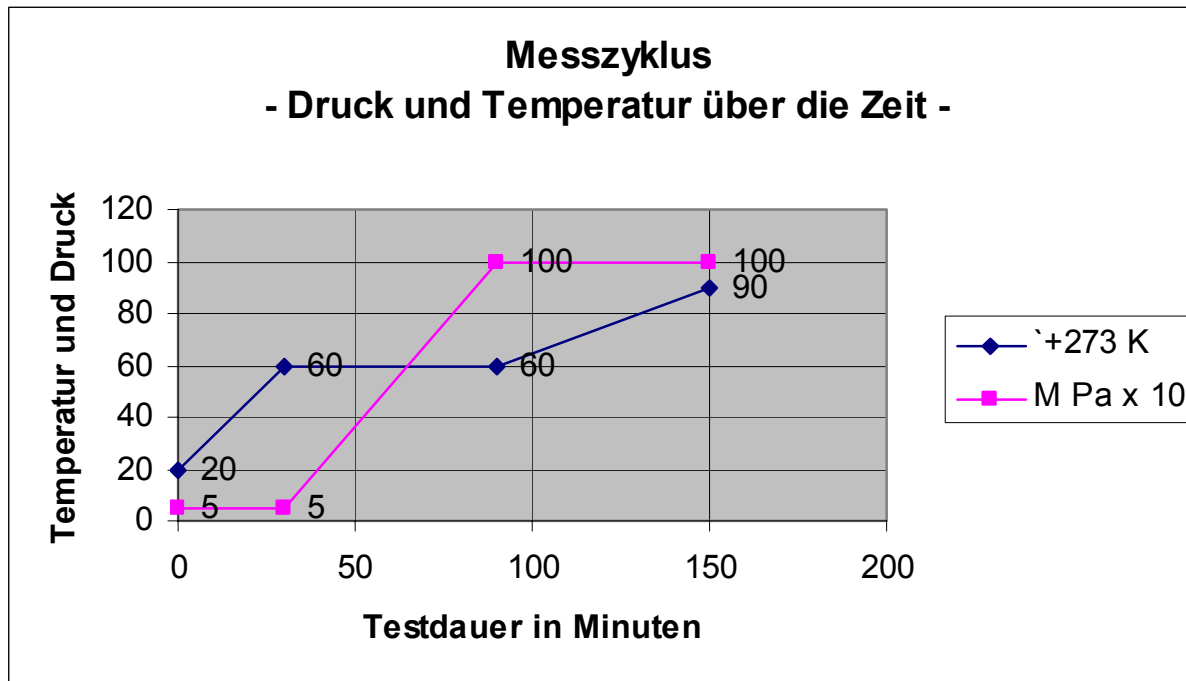


<b>CarSIK-NT</b>	<b>reaktionsgebundenes SIC</b>
<b>CarSIK-CT</b>	<b>reaktionsgebundenes SIC mit freiem Kohlenstoff</b>
<b>CarSIK-SD</b>	<b>drucklos gesintertes SIC</b>
<b>CarSIK-SD/C</b>	<b>drucklos gesintertes SIC mit freiem Kohlenstoff</b>

**Graphit**

**SSIC Gefüge**

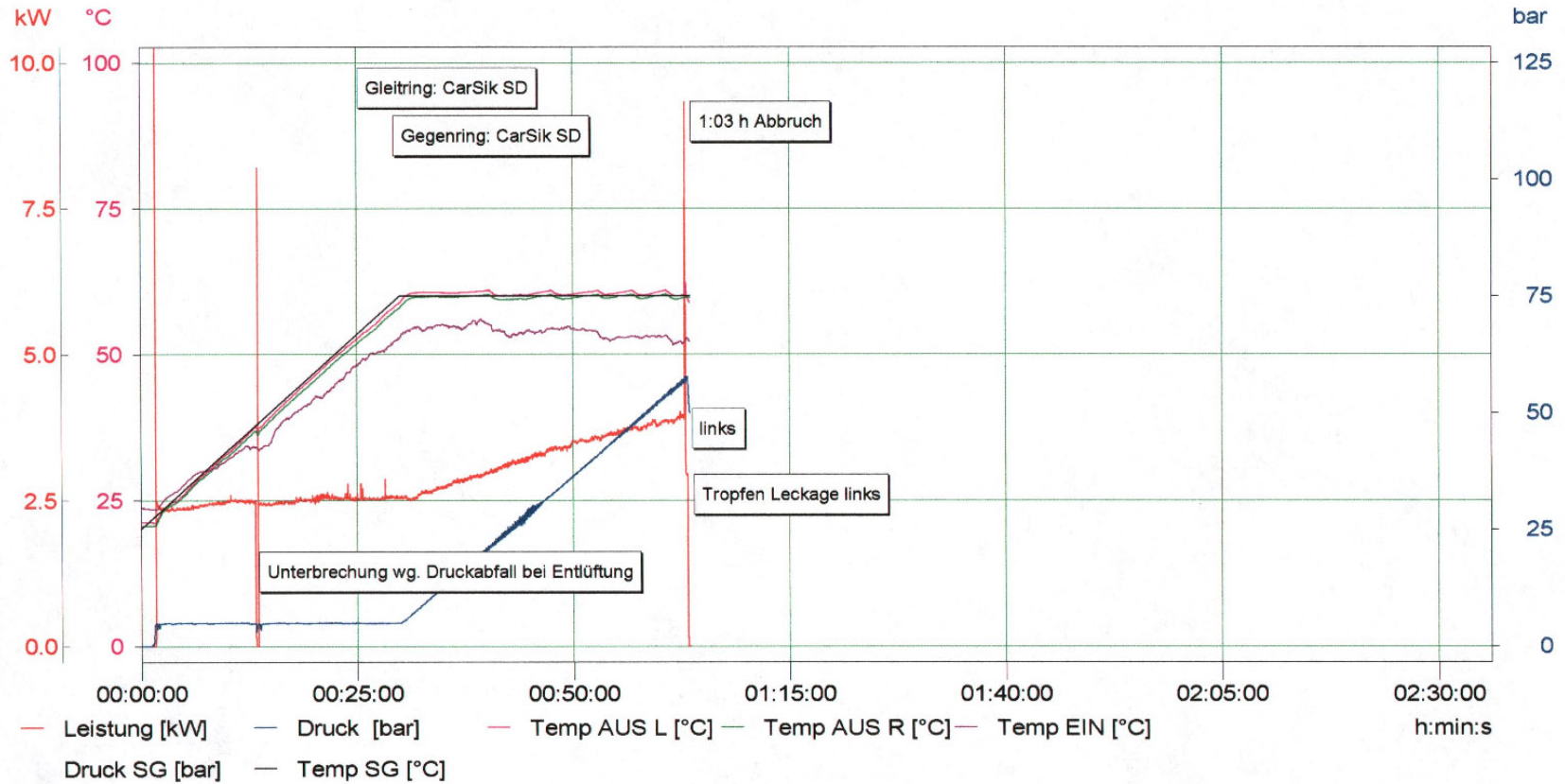


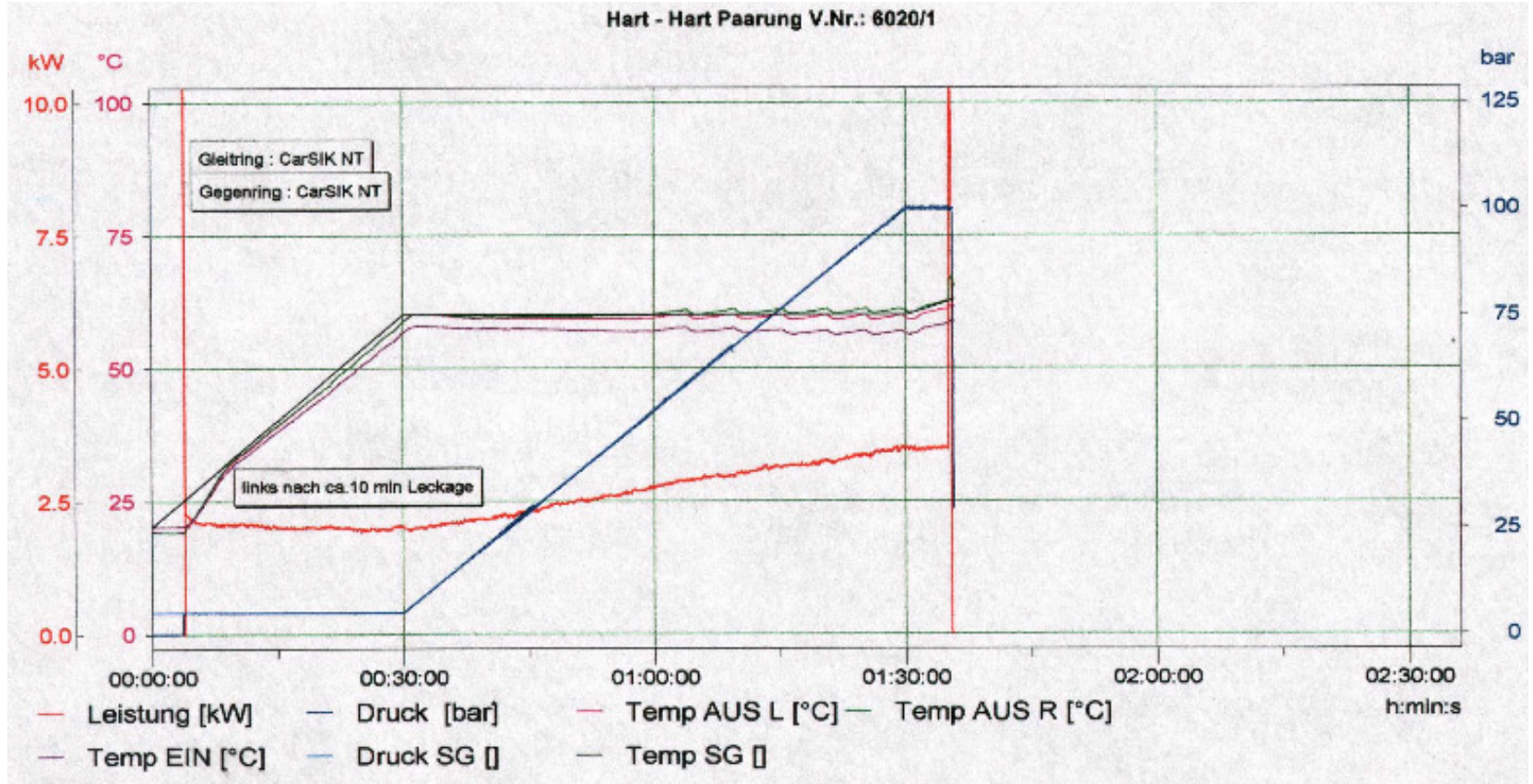


# CarSIK-SD vs. CarSIK-SD



Hart / Hart Versuch Nr. 6027 / 2

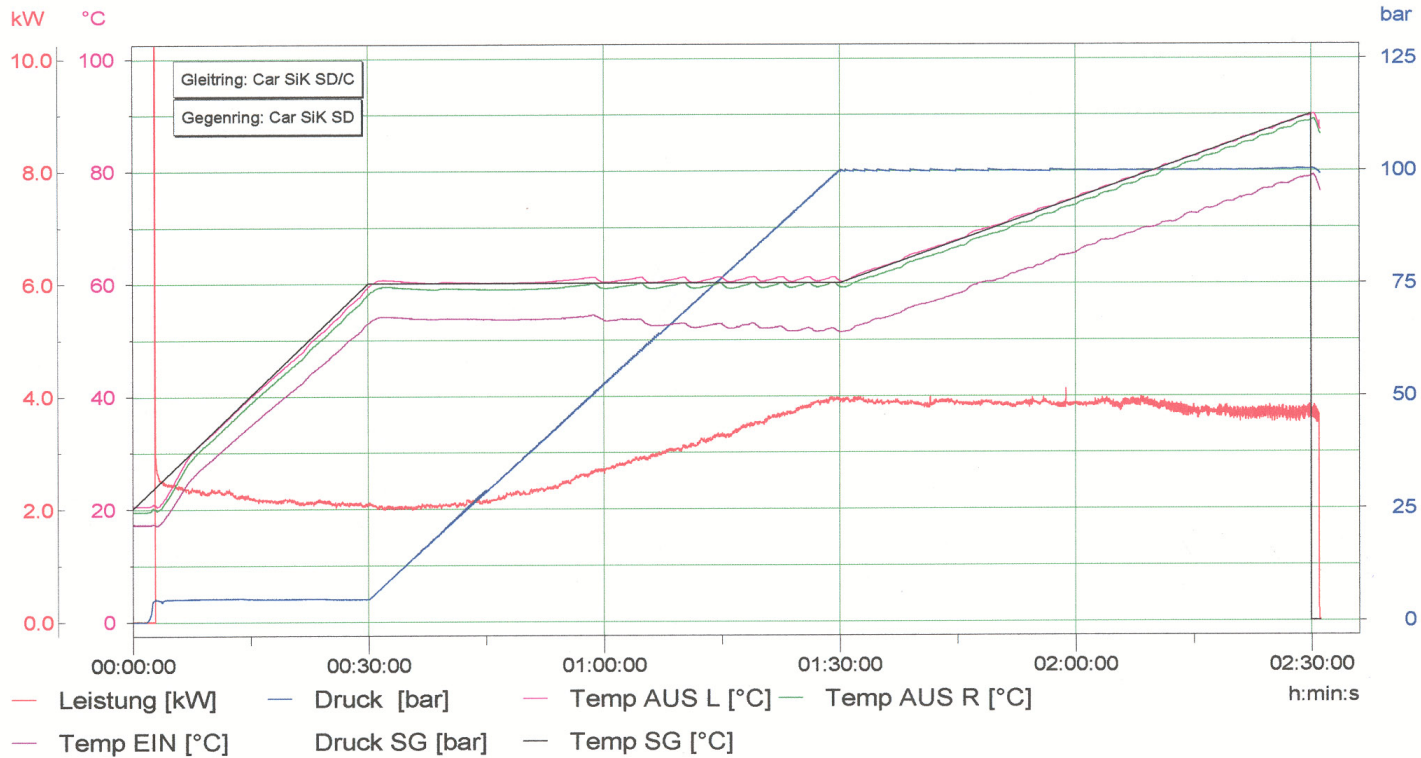




# CarSIK-SD/C vs. CarSIK-SD



Hart - Hart Paarung Burgmann Hochdruck Prüfstand



Plefka, SKT / GB1 Anwendungstechnik, Schunk Kohlenstofftechnik  
Hds\_HH01.DSB  
Gleitring Car SiK SD/C      Gegenring Car SiK SD



Kohlenstoff- Graphitwerkstoffe lassen sich über die gezielte Variation der verwendeten Füllstoffe in ihren tribologischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften an nahezu alle denkbaren Einsatzfälle anpassen. Eine Fülle unterschiedlicher Imprägniermittel multipliziert die mögliche Variantenvielfalt.

Neuere Entwicklungen kohlenstoffhaltiger, gesinterter SIC Werkstoffe ermöglichen den Einsatz von hart-hart Paarungen in bisher nicht beherrschbaren Mangelschmiersituationen.

In beiden Fällen sorgt geschicktes Gefügedesign für die Aufweitung der Anwendungsfenster heutiger Gleitringdichtungen und ermöglicht dem Dichtungshersteller die Bedienung neuer Anwendungsfälle.