

Fortschritte beim Aufbau eines Hochtemperatur Zweiplatten Gerätes (HT-GHP) zur Messung der Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen bis 1000 °C



Förderprojekt: THEA-CHAR
FKZ: 03EN4002C

Dr. Andreas Kloss
Bernhard Berkmüller, Benedikt Empl

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Motivation

Stationäre Messung der Wärmeleitfähigkeit: Zweiplattenapparat (GHP)

bis 600 °C: kommerziell verfügbar (z.B. Netzsch, Linseis,...)

bis 800 °C: nur in wenigen Instituten (FIW, CAE ZeroCarbon,...)

über 800 °C: nur dynamische oder indirekte Verfahren

Neue Hochtemperaturanwendungen:

Hochtemperatur-Brennstoffzellen (→ 650...1000 °C)

HT-Industrieprozesse (→ Dämmung, Energieeffizienz)

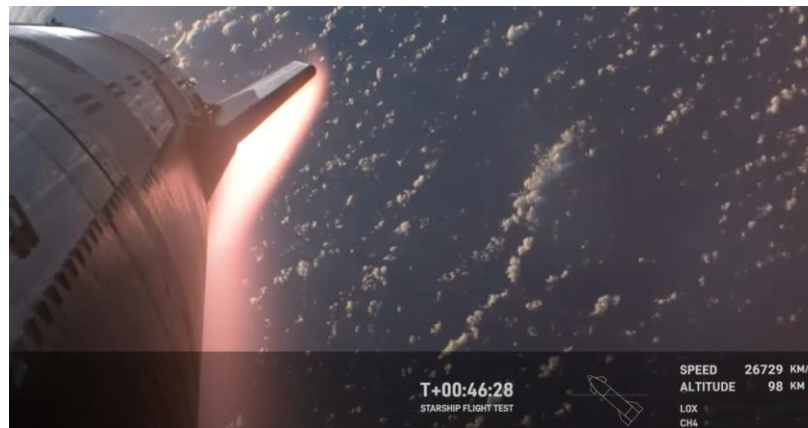
Luft- und Raumfahrt (→ DLR – Werkstoffforschung)

Automobilindustrie (Akkumulatoren, Motoren)

Neue Dämmstoffe:

Aerogele

mikroporöses Material



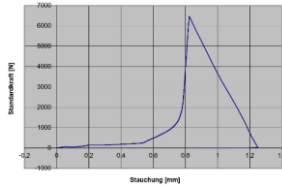
Was noch zu tun war

- Aufbau der Warm- und Kaltplatten (mit Heizung & Sensorik)
- Aufbau der inneren Haube mit Heizung (& Sensorik)
- Aufbau äußeren Haube mit Schutzgasbetrieb
- Aufbau Gesamtgerät
- Bestimmung der PID-Reglerparameter (7x)
- Erstellung einer „Bediensoftware“
- Anschlussmessung an FIW-Messung / Kalibrierkörper
- Fehlerbetrachtung / Dokumentation



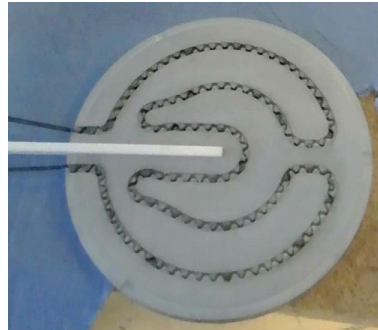
Aufbau Warmplatte

Verklebung:

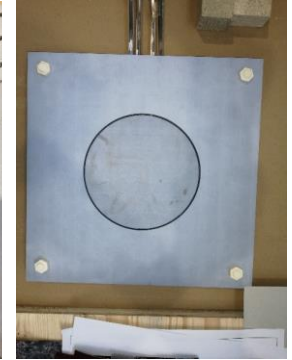


Abreißkraft: 6 KN
Riss im Material

Messplatte:



Schutzring:



Temperaturtest: 48 h @ 1000 °C



vorher nachher
keine Veränderung

- Heizung Schutzring
- Heizung Messzone
- Spannung Messzone
- Spannung Reglerkette
- Temperatur Mess-Mitte
- Temperatur Mess-Spalt
- Temperatur Schutz-Spalt



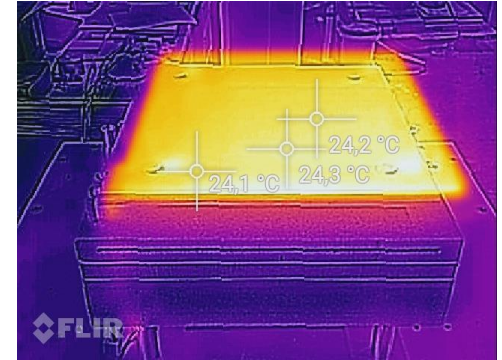
Aufbau Kaltplatte



- Heizung eingelegt
- verklebt



- Heizung
- Sensorik Mitte & Rand



- Temperaturverteilung:
Keine Spuren der Heizung

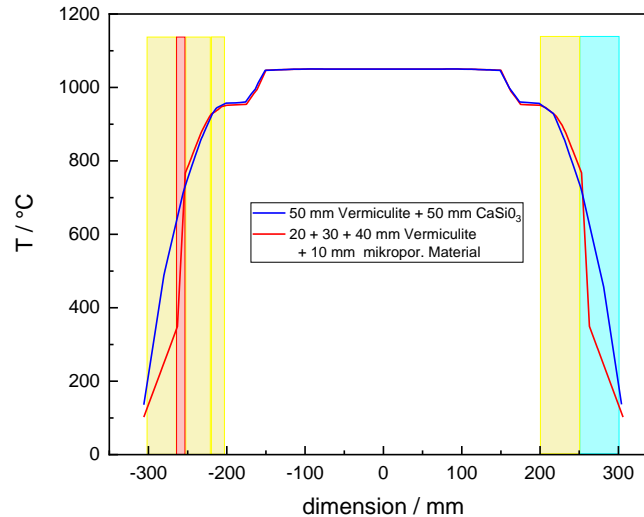
Aufbau Innere Haube

Tests o.k. **aber**
 Tempern @ 1050 °C → Reißen

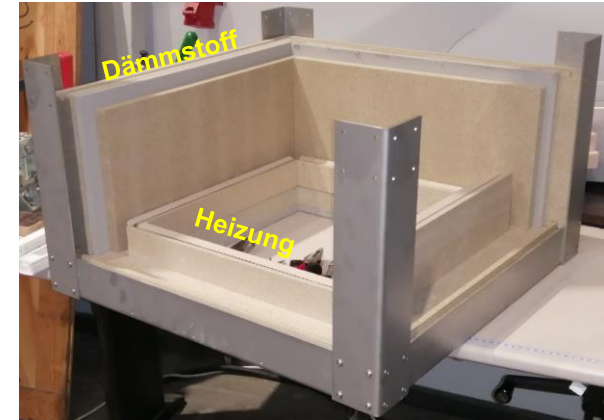


Re-Design

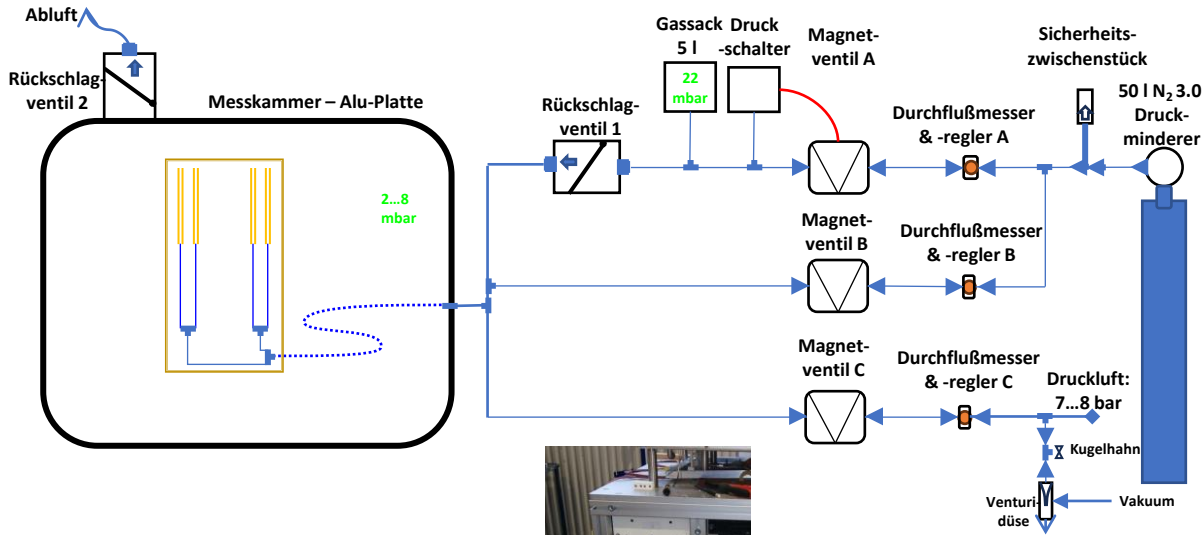
- ~~CaSiO₃~~
- Vermiculite: kleinteilig (2 x 200 K)
- Mikroporöser Dämmstoff (500 K)



Aufbau



Schutzgasbetrieb



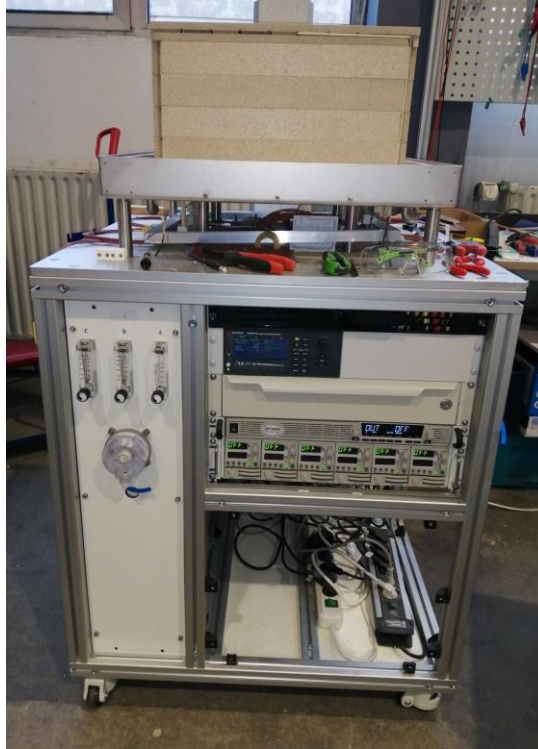
| | |
|-------------------|--|
| Vorspülen: | A auf; B auf, C zu |
| Thermisch Pumpen: | 1: A zu; B zu; Aufheizen 600 °C, C zu 2: A auf; B auf; Heizung aus; bis T < 200 °C, C zu 3: 1 & 2 wiederholen bis O2 < 0.1 % |
| Messen: | A auf, B zu, C zu |
| Abkühlen: | T > 600 °C: A zu; B auf; C zu T < 600 °C: A zu; B zu; C auf |

Aufbau Gesamtgerät

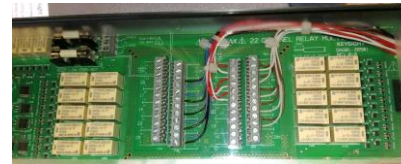
Äußere Haube auf



Frontansicht mit Datenlogger und Netzteilen



Anschluss Netzteile, Datenlogger

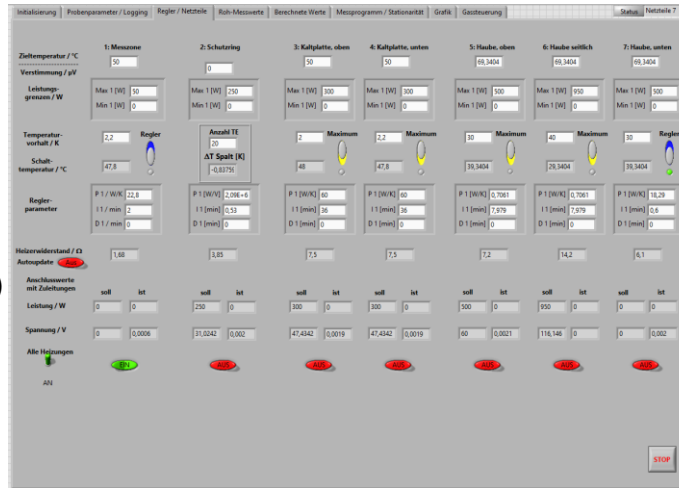


Erstellung einer „Bediensoftware“

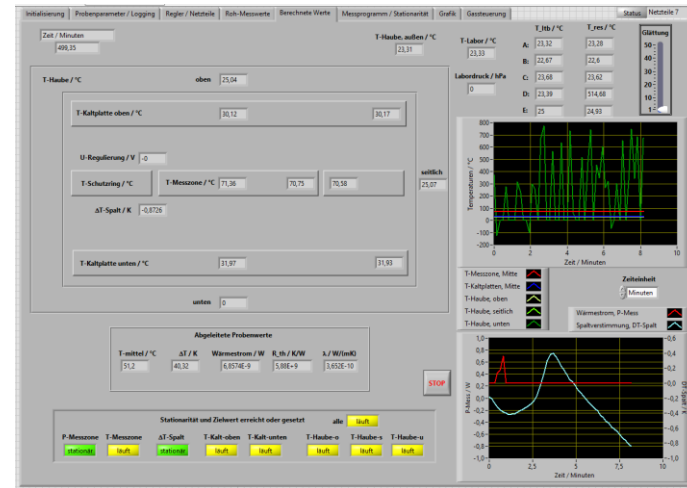
Aufgaben der Software:

- Initialisierung Geräte
- Aufnahme Probenparameter
- Loggingparameter
- Reglerparameter (7 x 5)
- Rohmesswerte (25 + 14)
- Darstellung Messwerte (31)
- Messprogramm
- Stationaritätsbedingungen (16)
- Gassteuerung
- Messkurvengrafik
- Datensicherung

Reiter: Regler / Netzteile



Reiter: Berechnete Werte

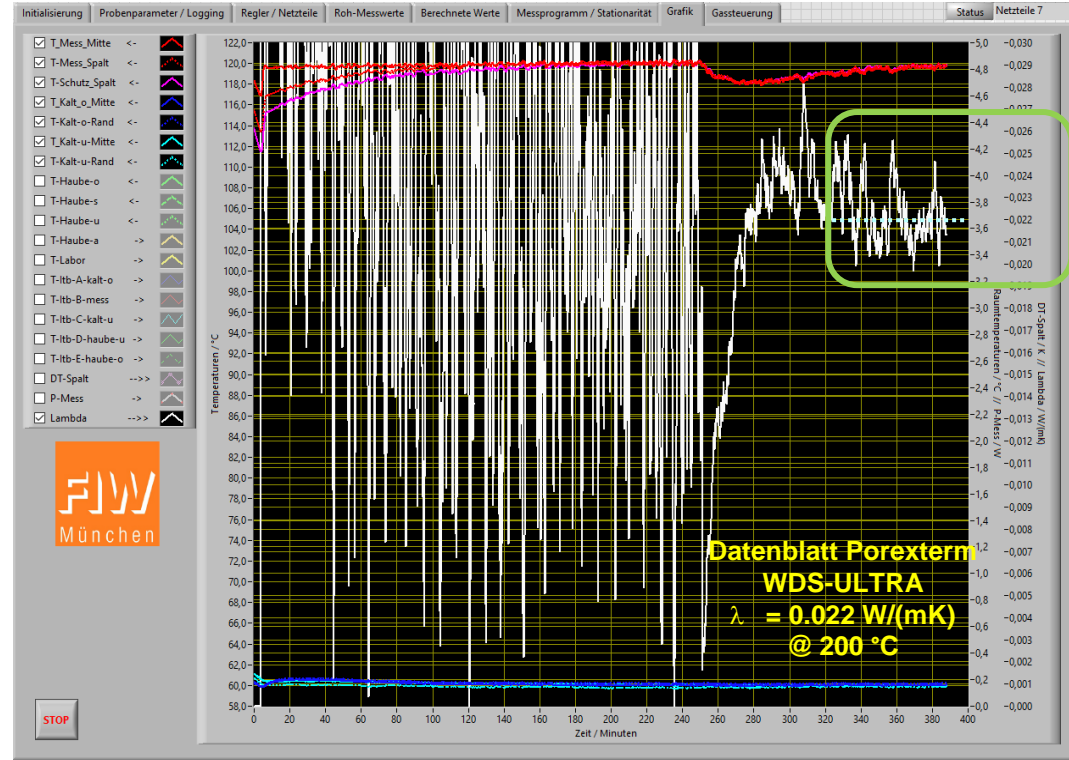


Erste Messung 60/120 °C










Test der Anschlüsse

| | | |
|-------------------|----------------------|-----------|
| Messzone: | Heizung: ok | |
| | Spannungssonde: ok | |
| | 3x Thermoelement: ok | |
| Schutzring: | Heizung: ok | |
| | Regulierung: ok | |
| Kaltplatte oben: | Heizung: ok | |
| | 2x Thermoelement: ok | |
| Kaltplatte unten: | Heizung: ok | |
| | 2x Thermoelement: ok | |
| Haube: | | im Aufbau |
| Gasversorgung: | | im Aufbau |



Reglerparameter optimieren !

Was noch zu tun bleibt

- Aufbau der Warm- und Kaltplatten (mit Heizung & Sensorik) 
- Aufbau der inneren Haube mit Heizung (& Sensorik) 
- Aufbau äußeren Haube mit Schutzgasbetrieb 
- Aufbau Gesamtgerät – Test bis 1000°C & Temperaturverteilung 
- Bestimmung der PID-Reglerparameter (7x) 
- Erstellung einer „Bediensoftware“ (evtl. Labordruckmessung) 
- Anschlussmessung an FIW-Messung / Kalibrierkörper 
- Fehlerbetrachtung / Dokumentation 