

# Planung und Inbetriebnahme eines Ofens zum Ausheizen von Ultrahochvakuumbauteilen

Technische Hochschule Wildau  
Fachbereich Ingenieurwesen / Wirtschaftsingenieurwesen  
Studienrichtung Physikalische Technik

Sebastian Philipp 27.09.2011

Erarbeitet am DESY-Zeuthen



2

Sebastian Philipp 27.09.2011

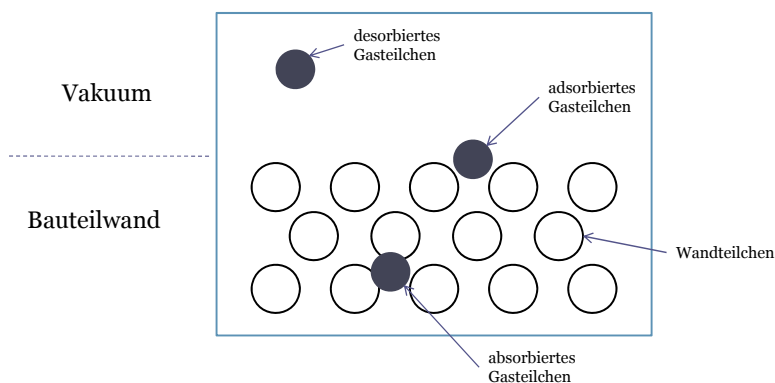
## Gliederung

- Zielstellung und Anforderungen
- Vakuumphysikalische Betrachtungen
- Grundlegender Aufbau
- Thermische Isolation
- Temperaturverteilung
- Druckanalyse

## Zielstellung und Anforderungen

- Verringerung der Ausgaszeiten von Vakuumbauteilen
- Gleichmäßige Temperaturverteilung im Bauteil
- Evakuierung des Bauteils während des Ausheizens
- Eignung für typische Bauteilgrößen
- Flexibler Standort

## Vakuumphysikalische Betrachtung



5

Sebastian Philipp 27.09.2011

## Grundlegender Aufbau

The diagram illustrates the basic structure of a vacuum furnace. On the left, a schematic shows a component labeled 'Bauteil' inside a furnace labeled 'Ofen', which is connected to a vacuum pump labeled 'Vakuumpumpe'. On the right, a 3D cutaway model shows the internal components of the furnace, including the part being heated, the furnace chamber, and the vacuum pump.

6

Sebastian Philipp 27.09.2011

## Thermische Isolation

- Senkung des Energieverbrauchs
- Gewährleistung eines homogene Temperaturfeldes
- Arbeitsschutz

The graph shows the surface temperature  $T_0$  in degrees Celsius on the y-axis (ranging from 50 to 75) versus time  $t$  in seconds on the x-axis (ranging from 1 to 10). A shaded region indicates the temperature range where combustion occurs, labeled 'Verbrennung'. A horizontal line within this region is labeled 'Verbrennungsschwelle' (combustion threshold). The region below the shaded area is labeled 'keine Verbrennung' (no combustion).

Time $t$ [s]	Upper Bound $T_0$ [°C]	Lower Bound $T_0$ [°C]
1	70	65
2	68	63
3	66	61
4	64	60
5	63	59
6	62	58
7	61	57
8	60	56
9	59	55
10	58	55

7

Sebastian Philipp 27.09.2011

## Thermische Isolation

Arten des Wärmetransports

- **Wärmeleitung**
- Konvektion
- Wärmestrahlung

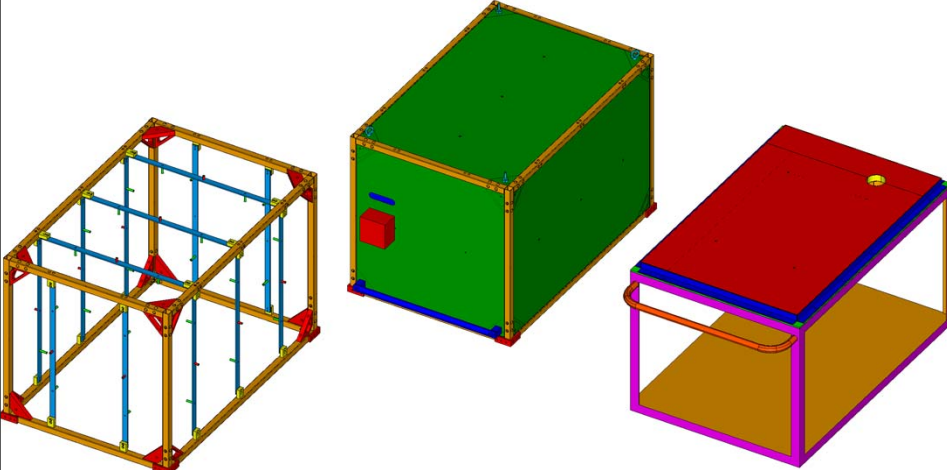
$$\dot{Q}_{wl} = \frac{\lambda}{\delta} A \Delta T$$
$$R_{th} = \frac{\delta}{\lambda A}$$

8

Sebastian Philipp 27.09.2011

## Thermische Isolation

Aufbau des Ofens



9

Sebastian Philipp 27.09.2011

## Thermische Isolation

### Aufbau des Ofens

**R1**

Edelstahlblech (400°C)

$\delta=1\text{mm}$

$\lambda=21\text{W}/(\text{m K})$

**R2**

Promalight 1000 (400°C)

$\delta=30\text{mm}$

$\lambda=0,026\text{W}/(\text{m K})$

**R3**

Aluminiumblech (100°C)

$\delta=1,5\text{mm}$

$\lambda=146\text{W}/(\text{m K})$

**R4**

Luft (100°C)

$\delta=23,5\text{mm}$

$\lambda=0,032\text{W}/(\text{m K})$

**R5**

Aluminiumblech (100°C)

$\delta=1\text{mm}$

$\lambda=146\text{W}/(\text{m K})$

R1 R2 R3 R4 R5

10

Sebastian Philipp 27.09.2011

## Thermische Isolation

### Aufbau des Ofens

**R6**

Abstandshülse (400°C)

$A=59,7\text{mm}^2$

$\delta=33\text{mm}$

$\lambda=21\text{W}/(\text{m K})$

**R7**

Strebe (200°C)

$A=125\text{mm}^2$

$\delta=142,5\text{mm}$

$\lambda=18\text{W}/(\text{m K})$

**R8**

Anschlagstück (100°C)

$A=450\text{mm}^2$

$\delta=27,5\text{mm}$

$\lambda=119\text{W}/(\text{m K})$

**R9**

Strebe (200°C)

$A=125\text{mm}^2$

$\delta=200\text{mm}$

$\lambda=18\text{W}/(\text{m K})$

**R10**

Abstandstück (100°C)

$A=54,8\text{mm}^2$

$\delta=18,5\text{mm}$

$\lambda=16\text{W}/(\text{m K})$

11

Sebastian Philipp 27.09.2011

## Thermische Isolation

### Aufbau des Ofens

**R11**

Edelstahlblech (400°C)  
 $A=0,84\text{m}^2$   
 $\delta=1,5\text{mm}$   
 $\lambda=21\text{W}/(\text{m K})$

**R13**

Abstandshülse (400°C)  
 $A=59,7\text{mm}^2$   
 $\delta=30\text{mm}$   
 $\lambda=21\text{W}/(\text{m K})$

**R12**

Promalight 1000 (400°C)  
 $A=0,84\text{m}^2$   
 $\delta=30\text{mm}$   
 $\lambda=0,026\text{W}/(\text{m K})$

**R14**

Grundplatte (100°C)  
 $A=0,84\text{m}^2$   
 $\delta=20\text{mm}$   
 $\lambda=146\text{W}/(\text{m K})$

12

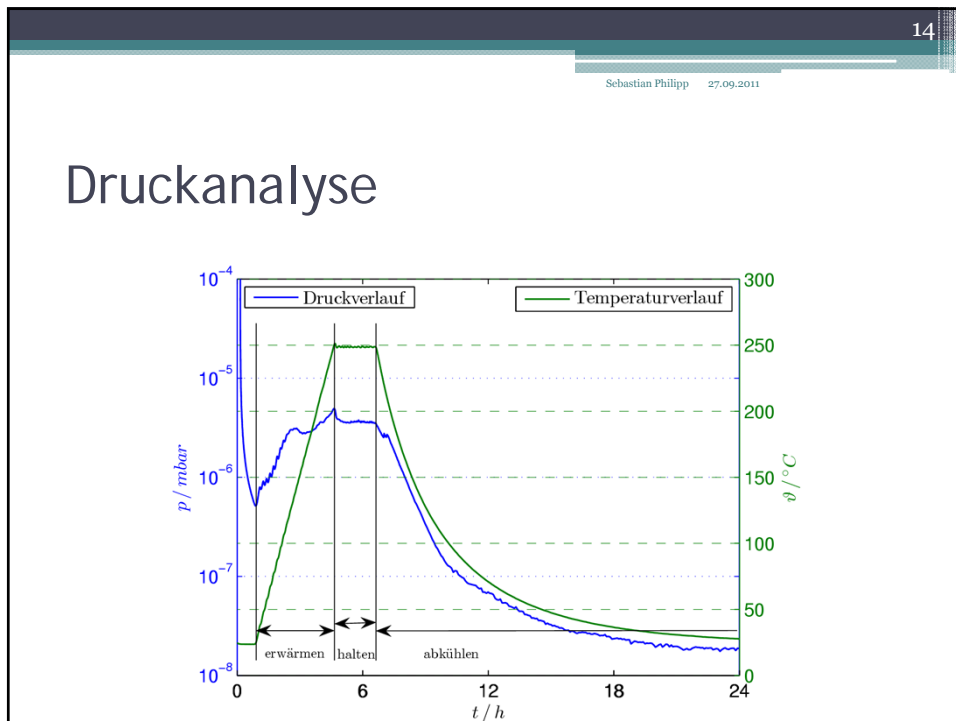
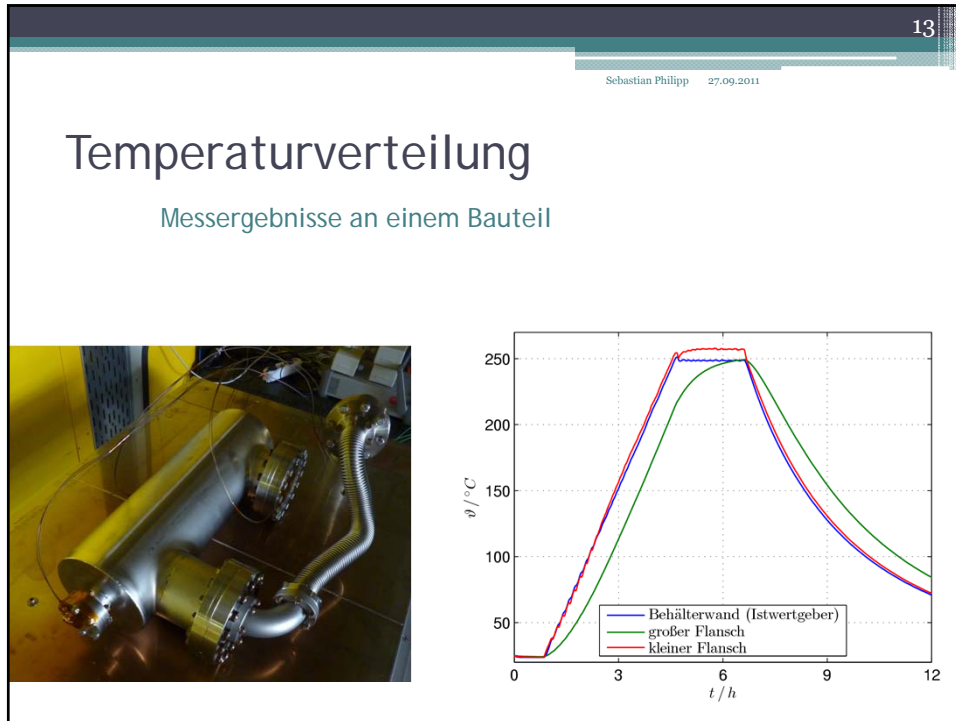
Sebastian Philipp 27.09.2011

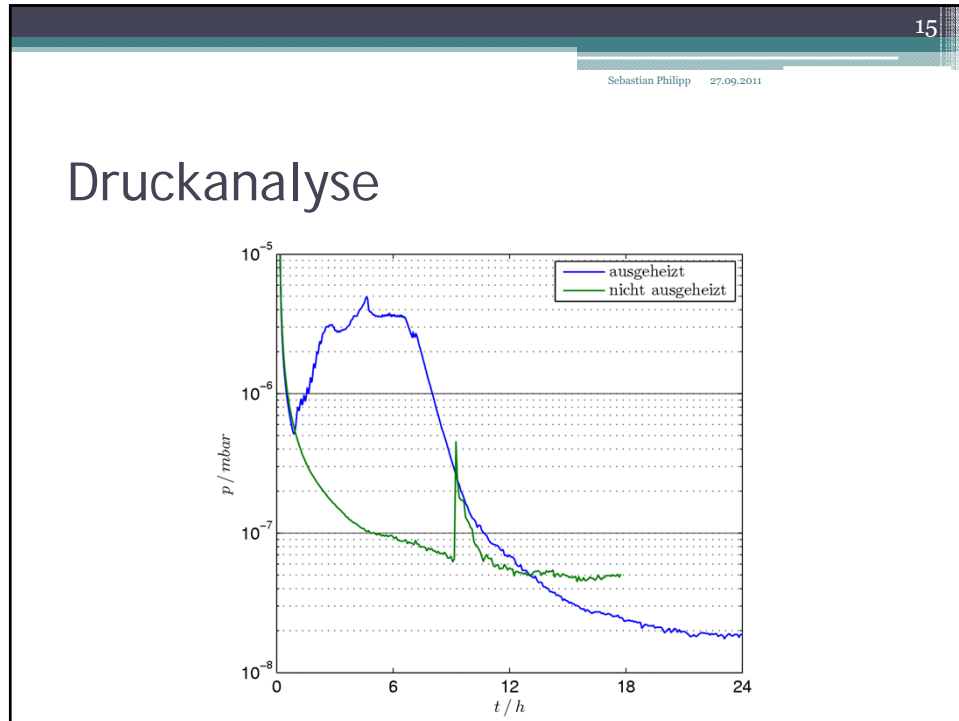
## Thermische Isolation

### Testergebnisse

Position	berechnet	gemessen
Seitenwand	50,5°C	61°C
Oberseite	52°C	55,5°C
Unterseite	81°C	80°C

— Haubendecke innen     — Seitenwand außen  
— Bauteilwand (Istwertgeber)     — Oberseite außen  
— Seitenwand innen     — Boden außen  
— Boden innen







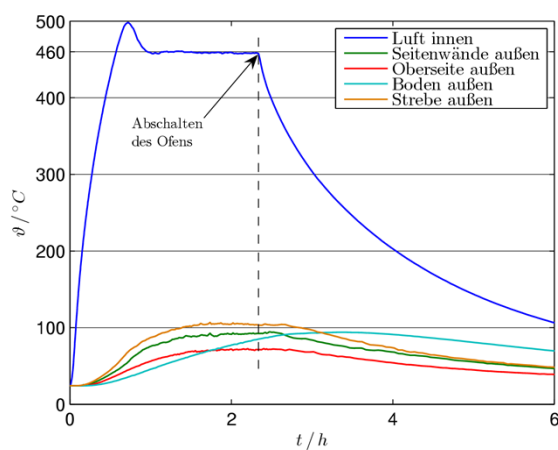
Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!

Sebastian Philipp 27.09.2011

Sebastian Philipp 27.09.2011

## Thermische Isolation

### Testergebnisse



Position	berechnet	gemessen
Seitenwand	67,5°C	94,5°C
Oberseite	70,5°C	72,5°C
Unterseite	138°C	≈110°C

