



Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Berlin

*University of Applied Sciences*

# Regenerative Wärmetechnik (PÜ)

## Laboreinführung zum Versuch „Adsorptionswärmespeicher“

FB1 / SoSe 2022

## Allgemeine Hinweise

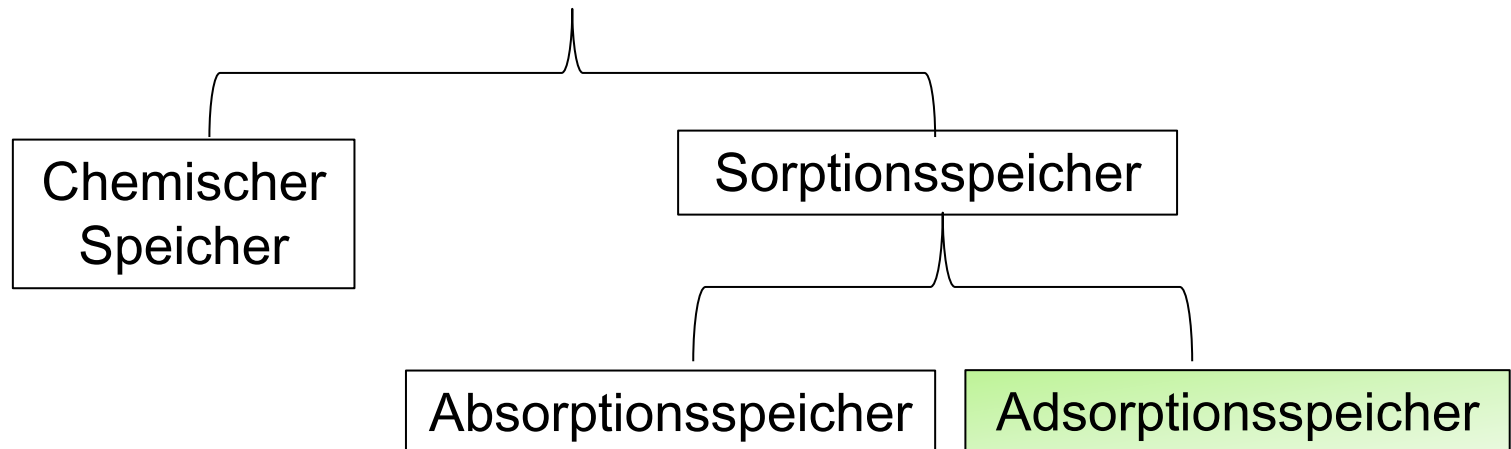
Versuchsbetreuerin: Prof. Dr. Asnakech Laß-Seyoum  
E-Mail: Asnakech.Lass-Seyoum@htw-berlin.de  
Sprechzeiten: nach Vereinbarung

Laboringenieurin: Dipl.-Ing.(M.Sc.) Sabine Kupzok  
Sabine.Kupzok@HTW-Berlin.de

**Protokolle müssen innerhalb von 3  
Wochen abgegeben werden!**

# Arten von thermischen Energiespeichern

- Thermische Energiespeicherung kann nach unterschiedlichen Prinzipien **physikalisch** oder **chemisch** erfolgen.
- Thermische Energiespeichersysteme werden prinzipiell in **drei** einander sich unterscheidenden Kategorien eingeteilt.
  - Sensibler bzw. fühlbarer Wärmespeicher (SHS)
  - Latentwärmespeicher (LHS)
  - Thermochemischer Speicher (TCS)



# Thermochemische Adsorptionsspeicher

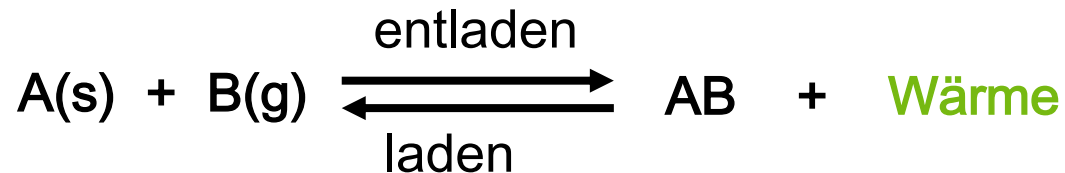
- Die adsorptive TCS nutzt die Energie der reversiblen Physisorption des Adsorptivs (B = meistens Wasser) an der Oberfläche des Adsorbents (A).



- Die Energie wird dabei nicht in Form von Wärme, sondern als Reaktionsenergie (potentielle Energie) gespeichert.
- Dadurch treten keine thermischen Verluste während der Speicherperiode auf. Dies wiederum ermöglicht eine sehr lange Speicherdauer.
- Diese Form der Wärmespeicherung zeichnet sich besonders durch eine hohe Energiedichte aus.

# Funktionsprinzip eines adsorptiven Wärmespeichers

- Die Wärmespeicherung kann als ein unterbrochener Kreisprozess verstanden werden.
- Sie setzt sich aus zwei Teilprozessen (Speicherladung und Speicherentladung) zusammen.



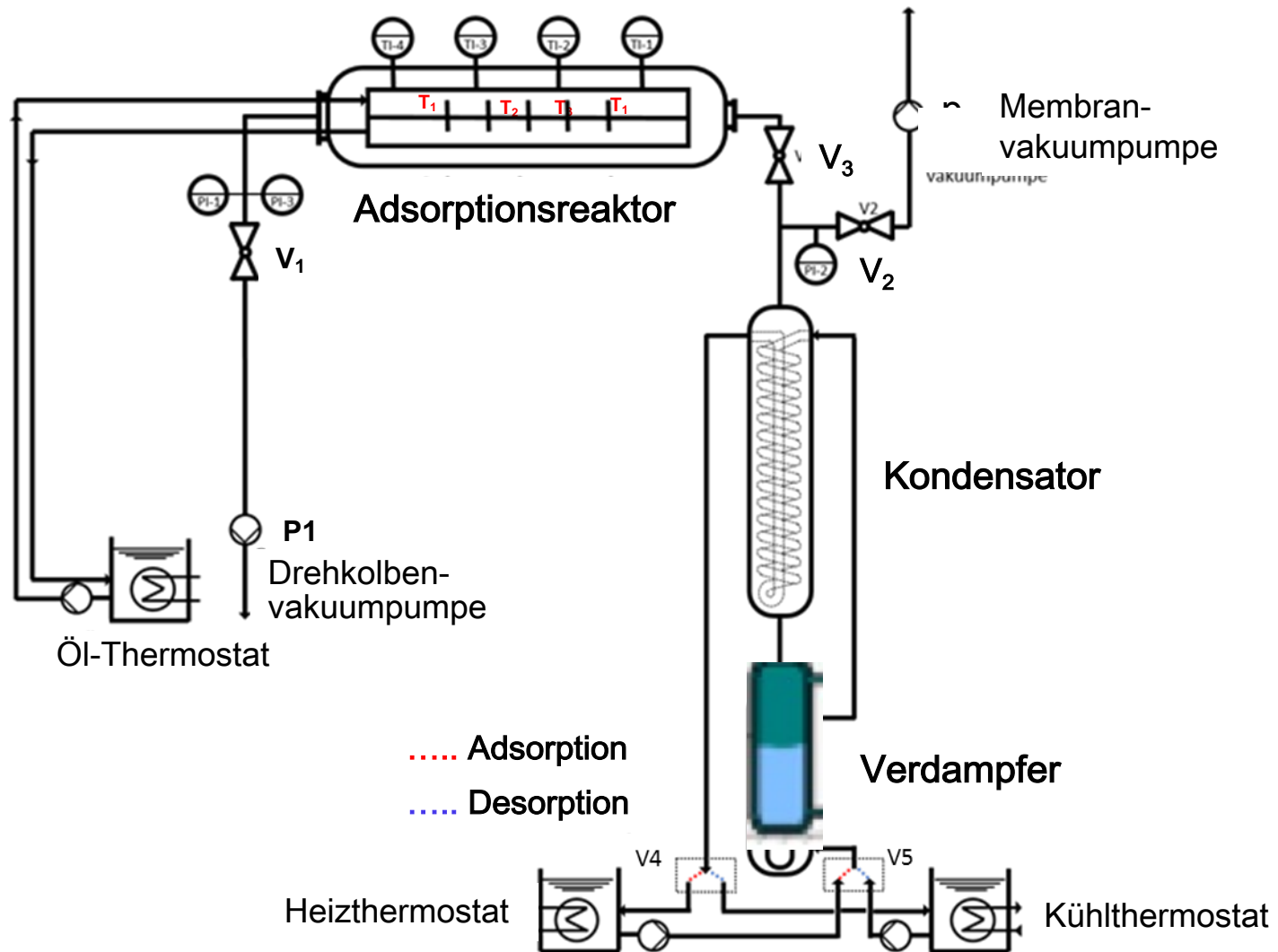
- Der Aufbau der adsorptiven Wärmespeicher lässt sich grob in zwei Prinzipien unterteilen:
  - offene und
  - geschlossenethermodynamische Systeme.

# Speichermaterialien

- Als Speichermaterial für thermochemische Adsorptionsspeicher (TCM) kommen verschiedenste poröse Feststoffe zum Einsatz
- Beispiele für handelsübliche Speichermaterialien inklusiv der Lade- bzw. Desorptionstemperaturen sind u.a.:
  - Zeolithe ca. 150 – 400 °C
  - Silikagel ca. 40 – 100 °C
  - MOF's ca. 40 – 250 °C
  - Metallhydride ca. 280 – 500 °C

TCM – Thermochemical Materials

# 1,5 L Laboranlage



Adsorptionsreaktor

T4 T3 T2 T1

Vakuumpumpe

Öl-Thermostat



Adsorptionsreaktor

V3

T4 T3 T2 T1

Kondensator

Öl-  
Thermostat

Vakuum-  
pumpe

Verdampfer

$$p_V \gg p_R$$

Der Adsorptionsprozess wird durch Öffnen des Hauptventils (V3) gestartet.

Heiz-thermostat

Kühl-  
thermostat



Adsorptionsreaktor

V3

T4 T3 T2 T1

Kondensator

Öl-  
Thermostat

Vakuum-  
pumpe

Verdampfer

$t = 0 \rightarrow V_0 (\text{H}_2\text{O})$

Heiz-thermostat

Kühl-  
thermostat







Adsorptionsreaktor

V3

T4 T3 T2 T1

Kondensator

Öl-  
Thermostat

Vakuum-  
pumpe

Verdampfer

$t_A = 30 \text{ min.} \rightarrow V_1 (\text{H}_2\text{O})$

$p_V \sim p_R$

Heiz-thermostat

Kühl-  
thermostat



Adsorptionsreaktor

V3

T4 T3 T2 T1

185 °C

Öl-  
Thermostat

Vakuum-  
pumpe

Kondensator

Verdampfer

$$T_{\text{Öl}} = 185 \text{ °C} \rightarrow p_K \ll p_R$$

Der Desorptionsprozess wird  
durch Öffnen des Hauptventils  
(V3) gestartet.

$$t = 0 \rightarrow V_0 (\text{H}_2\text{O})$$

Heiz-thermostat

Kühl-  
thermostat



Adsorptionsreaktor

V3

T4 T3 T2 T1

Öl-  
Thermostat

Vakuumpumpe

Kondensator

Verdampfer

Heiz-thermostat

Kühl-  
thermostat





Adsorptionsreaktor

V3

T4 T3 T2 T1

Kondensator

Öl-  
Thermostat

Vakuum-  
pumpe

Verdampfer

Heiz-thermostat

Kühl-  
thermostat





Adsorptionsreaktor

V3

T4 T3 T2 T1

Kondensator

Öl-  
Thermostat

Vakuum-  
pumpe

Verdampfer

$t_D = 60 \text{ min.} \rightarrow V_1 (\text{H}_2\text{O})$

$p_K \sim p_R$

Heiz-thermostat

Kühl-  
thermostat





---- Ende ----