

Prüfung in Energieverfahrenstechnik I

Prüfer: Prof. Behrendt

Datum: April 2022

Atmosphäre: sehr angenehm, wie ein Gespräch; der Professor hilft, wenn man nicht direkt weiterweiß; er legt Wert auf genaue sprachliche Verwendung der Fachbegriffe

Vorbereitung: Durchgehen der Folien und Durchgehen der Mitschriften (sehr wichtig, da manches nicht auf den Folien steht und nur in den Vorlesungen an die Tafel geschrieben wird); Zusatzwissen angeeignet über Internetrecherche, da teilweise die Informationen auf den Folien sehr knapp sind; kurzes Wiederholen der Laborversuche

Note: sehr gut

Ablauf (keine Garantie auf Richtigkeit der Antworten)

1. Womit beschäftigt sich ein Energieverfahrenstechniker?

Die Energieverfahrenstechnik beschäftigt sich mit der Ermittlung der chemischen und physikalischen Eigenschaften der Primärenergieträger, der Veränderung deren Zusammensetzung und ihrer thermischen und nichtthermischen Wandlung in nutzbare Energieformen sowie der zugehörigen verfahrenstechnischen Prozesse.
(Definition aus den VI-Folien; er wollte zusätzlich noch hören: es geht nicht nur um die Umwandlung in Sekundärenergieträger mittels Aufbereitungs- und Veredlungsprozessen, sondern auch um die Charakterisierung von Brennstoffen. Hierauf hat er mich mit der Nachfrage nach den Laborversuchen gebracht.)

2. Zum Thema Charakterisierung von Brennstoffen: Sie haben ja im Labor die Bombenkalorimetrie durchgeführt. Schildern Sie bitte den Versuch!
3. Was ist der untere und der obere Heizwert und was hat das mit dem Brennwert zu tun?
4. Sie sind angestellt nach Ihrem Abschluss in einer Firma mit einer neuen Maschine. Darauf ist ein griechischer Buchstabe abgebildet und eine Skala geht von 0 bis 1. Worum könnte es sich handeln?

Es geht hier um die Luftzahl λ : $0 = \text{Pyrolyse/Verkokung}$, $0-1 = \text{Vergasung}$, $1 = \text{stöchiometrische Verbrennung}$, $>1 = \text{technische Verbrennung}$, um vollständige Verbrennung zu garantieren

5. Wo liegt λ für Vergasungen?

Liegt bei $0,2-0,4$ (Ich hatte gesagt zwischen $0,4$ und $0,6$, weil ich es nicht genau wusste. Dies war nicht korrekt, aber er hat dann die korrekte Zahl gesagt.)

6. Warum sollte λ nicht zu hoch sein (also nicht bei $0,4-0,6$, so wie ich es gesagt hatte)?

Weil man ja vor allem CO und H₂ erzeugen möchte und kein CO₂ und H₂O.

7. Welche Produkte erhalten Sie bei der Verkokung?

Koks, kondensierbare Bestandteile wie Wasser und Teer, Kokereirohgas, aus dem durch Kondensation Kokereireingas, Steinkohlenteer, Rohbenzol und Schwefelsäure gewonnen werden kann

8. Stellen Sie sich vor, Sie fördern Steinkohle und die Steinkohle kommt vom Förderband. Was kommen jetzt für Schritte, um das mitgeförderte Gestein von der Kohle zu trennen?

Zerkleinern; Sieben mit mindestens 2 Sieben, um eine Größenklasse zu erhalten (darauf wird viel Wert gelegt: 1 Sieb reicht nicht, um eine Größenklasse zu erhalten!); dann möglicherweise Windsichten; Dichtentrennung mittels Schwimm-Sink-Trennung mittels Suspensionen

9. Zeichnen Sie bitte eine Möglichkeit des Windsichtens auf und erläutern Sie.

Hier habe ich das Aufstromprinzip gezeichnet und erläutert.

(Weitere Verfahren zur Aufbereitung wie z.B. Flotation hat der Prof. noch kurz erwähnt, aber das Thema wurde nicht weiter vertieft.)

10. Welche Arten von Vergasern gibt es? Können Sie einen Vergaser näher erläutern und aufzeichnen?

Arten: Festbett-, Wirbelschicht- und Flugstromvergaser.

Ich habe dann den Festbettgegenstromvergaser aufgezeichnet mit den einzelnen Zonen.

11. Im Vergleich zum Gleichstromvergaser: Wo entstehen mehr Teere?

Im Gegenstromvergaser entstehen mehr Teere, da die Produkte aus der pyrolytischen Zersetzungszone nicht mehr die heiße Oxidationszone durchlaufen und somit nicht weiter aufgebrochen werden im Vergleich zum Gleichstromvergaser.

12. Welche Vergasungsmittel gibt es?

Luft, Sauerstoff, Wasserdampf, Wasserstoff, Kohlendioxid

13. Wägen Sie ab, würden Sie eher Luft oder Sauerstoff als Vergasungsmittel nehmen?

Für Sauerstoff ist eine Luftzerlegungsanlage notwendig, was energieaufwändig ist. Bei Luft hat man einen großen Anteil an Stickstoff, der mitgeführt wird → größeres Bauvolumen. Außerdem führt es zu einem geringeren Brennwert. (Darauf bin ich nicht allein gekommen. Er hat mich dann über die Frage, was man mit der Bombenkalorimetrie bestimmt, dort hingeführt.)

14. Was bedeutet allotherm und autotherm? Wovon hängt es ab, was Sie verwenden?

Ich habe geantwortet, dass es auf die Reaktorform ankommt. Also, dass eine autotherme Vergasung eher bei einem Gegenstromfestbettvergaser realisierbar ist als bei einem Gleichstromvergaser aufgrund der Anordnung der Zonen.

15. Das stimmt. Und bei einem Reaktor mit einem großen Volumen, was würden Sie eher dort wählen?

Eine autotherme Vergasung, da man durch eine externe Wärmezufuhr ansonsten möglicherweise kein gleichmäßiges radiales Temperaturprofil hat, sondern Temperaturgradienten erzeugt, die man nicht haben will. Daher ist hier eine autotherme Vergasung vorzuziehen.

16. Wenn Sie als Vergasungsmittel CO₂ nehmen, wie nennt man das?

Boudouard-Reaktion.

17. Und wenn Sie Kohlenstoff mit Wasserdampf vergasen? Schreiben Sie die Reaktionsgleichung auf.

18. Ist das endo- oder exotherm?
endotharm

19. Wenn Sie das nicht wüssten, wie könnten Sie das herausfinden?

Mit dem Satz von Hess (Formel notieren und erläutern).

20. Kennen Sie die Standardbildungsenthalpien der einzelnen Komponenten?

(Hier unbedingt die Standardbildungsenthalpien von CO, CO₂, CH₄ etc. auswendig lernen).

21. Können Sie die homogene und die heterogene Methanbildungsreaktion aufschreiben?

22. Wenn Sie anstelle von CO mehr H₂ wollen, wie machen Sie das?

Homogene Wassergasreaktion (Shift-Reaktion) aufschreiben.

23. Wie können Sie CO₂ von H₂ trennen?

Mit einer Absorptionswäsche im Sprühwäscher mit einer alkalischen Lösung (z.B. mit Aminen) im Gegenstromprinzip (so aufzeichnen, wie er es in der VL immer macht).

24. Was passiert mit dem Gleichgewicht bei den Methanbildungsreaktionen, wenn man den Druck erhöht?

Argumentieren über Le Chatelier.

25. Können Sie die Reaktionsgeschwindigkeit für CO₂ bei der heterogenen Wassergasreaktion aufstellen?

26. Was ist das k ?

Reaktionsgeschwindigkeitskonstante; Aufschreiben des Arrhenius-Ansatzes

27. Was passiert, wenn der Druck steigt bei der homogenen Wassergasreaktion?

Mit der idealen Gasgleichung argumentieren: Druck steigt \rightarrow Konzentration steigt
 \rightarrow Reaktionsgeschwindigkeit steigt

28. Was passiert allgemein bei einer heterogenen Reaktion; nennen Sie die Schritte?

5 Schritte: Diffusion der Edukte, Adsorption, Chemische Reaktion, Desorption, Diffusion der Produkte

29. Wie wirkt sich der Druck auf die heterogene Wassergasreaktion aus?

Argumentieren, dass der Diffusionskoeffizient niedriger ist bei höherem Druck und sich daher eine Erhöhung des Drucks negativ auswirkt, da heterogene Reaktionen transportlimitiert sind.