

**Prüfung in Chemie
für Studierende des Maschinenbaus, der Werkstoffwissenschaften
und NWT Lehramt
Studiengang Bachelor**

Montag, 4. April 2016, 14:00-17:00

Für die Bearbeitung der Aufgaben sind **keine Hilfsmittel zugelassen**; alle Berechnungen sind so ausgelegt, dass Sie einfach auszuwertende algebraische Ausdrücke erhalten, wenn Sie das frühzeitige Einsetzen von Zahlen vermeiden und Gleichungen herleiten, in denen auf der rechten Seite nur noch bekannte Größen vorkommen; Brüche lassen sich durch Kürzen so stark vereinfachen, dass elektronische Hilfsmittel nicht notwendig sind.

Ausländische Studenten dürfen ein Wörterbuch (Muttersprache zur deutschen Sprache) benutzen, das keine handschriftlichen Eintragungen enthalten darf.

Papier für die Lösungen wird zur Verfügung gestellt.

Jeder Versuch, Hilfsmittel zu benutzen, wird als Täuschung behandelt, führt zum unmittelbaren Ausschluss von der Klausur und zur Bewertung der Ausarbeitung mit 5.0!

Zahlenwerte, die ohne Rechnung bzw. ohne Begründung angegeben werden, bleiben ohne Wertung!

Es genügen klar verständliche Stichworte als Antwort; es müssen keine ausführlichen Texte geschrieben werden. Für bildliche Darstellungen genügen Skizzen, die das Prinzip verdeutlichen.

Die für jede Teilaufgabe maximal erreichbare Punktzahl ist in Klammern angegeben.

Bewertung (Punkte/Note):

0-49,5	50-54	55-59	60-64	65-70	71-75	76-80	81-85	86-90	91-95	96-100
5,0	4,0	3,7	3,3	3,0	2,7	2,3	2,0	1,7	1,3	1,0

Aufgabe 1:

- a) Was versteht man unter einem chemischen Element und was unter einer chemischen Verbindung? (1 P)

**Element besteht aus gleichartigen Atomen, d.h. gleiche Anzahl von Protonen
Chemische Verbindungen entstehen aus zwei oder mehreren Elementen (enthalten 2 oder mehr Atomarten)**

- b) Was ist der Unterschied zwischen den Nukliden $^{17}_{35}\text{Cl}$ und $^{17}_{37}\text{Cl}$? (1 P)

Beide Kerne enthalten 17 Protonen (= Ordnungszahl), jedoch 18 bzw. 20 Neutronen (= Massenzahl)

- c) Durch welche Methode wird die Atommasse gemessen? (1)

Massenspektrometrie

Nennen Sie die drei wesentlichen Vorgänge, die dabei ablaufen! (3)

Probenzuführung, Ionisation und Ionenbeschleunigung, Ablenkung im Magnetfeld

- d) Welches Ergebnis erhält man, wenn man Atome durch die Zufuhr von Energie anregt und das emittierte Licht durch ein Prisma in seine Wellenlängen zerlegt? (0.5)

Linien- (Wellenlängen-) Spektrum

Welche für die Beschreibung des Aufbaus von Atomen wichtige Konsequenz ergibt sich aus dieser Beobachtung? (0.5)

Die Elektronen im Atom können nur bestimmte Energiezustände einnehmen.

- e) Was sagt das Pauli- Prinzip und was sagt die Hund'sche Regel aus? (1P)

Pauli- Prinzip: Jedes Orbital kann maximal durch 2 Elektronen besetzt werden; diese haben antiparallelen Spin.

Hundsche Regel: Energiegleiche Orbitale werden zunächst nacheinander mit Elektronen gleichen Spins einfach besetzt. Dann erst wird nacheinander in jedem Orbital ein zweites Elektron mit entgegengesetztem Spin aufgenommen

- f) Geben Sie die Elektronenkonfiguration von Stickstoff an! (1 P)

N(OZ = 7): $1^2 2s^2 2p_x 2p_y 2p_z$ Ebenfalls richtig: $[\text{He}] 2s^2 2p_x 2p_y 2p_z$ oder $1s^2 2s^2 2p^3$ bzw. $[\text{He}] 2s^2 2p^3$

- g) Wie ändern sich die Atomradien innerhalb einer Gruppe und innerhalb einer Periode im Periodensystem der Elemente ab? Begründen Sie diese Trends stichwortartig (4 P)

Gruppe: Zunahme von oben nach unten; weitere Energieniveaus (Schalen) werden besetzt → Elektronen weiter vom Kern entfernt

Periode: Abnahme von links nach rechts: zunehmende Kernladung zieht Elektronen stärker an

- h) Was versteht man unter der Elektronegativität eines Elements und was unter der Polarität einer chemischen Bindung? (2 P)

Elektronegativität: Fähigkeit eines Atoms in einer Atombindung Elektronen anzuziehen.

Polarität: Asymmetrische Ladungsverteilung in einer Atombindung als Folge unterschiedlicher Elektronegativität;

ebenfalls anerkennen: Bindung enthält einen negativen und einen positiven Pol (Partiellladung)

- i) Was sagt die Edelgasregel aus? (1 P)

Edelgasregel: Bestreben von Atomen, in Verbindungen die Edelgaskonfiguration einzunehmen (2 bzw. 8 Valenzelektronen)

- j) Geben Sie den räumlichen Aufbau von BeCl_2 , AlCl_3 , SiCl_4 , SF_6 , an! (3 P)

BeCl_2 : Linear AlCl_3 : trigonal planar (Winkel 120°)

SiCl_4 : Tetraeder SF_6 : Oktaeder

Eine eindeutige bildliche Darstellung ist ebenfalls richtig! (2 P)

Auf welcher einfachen Regel beruhen Ihre Antworten?

Elektronenpaarabstoßung (1 P)

- k) Geben Sie die Zustandsgleichung für ideale Gase an! (1 P)

$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

Aufgabe 2:

- a) Geben Sie die Gleichungen an, nach denen man (mithilfe von Tabellen) Reaktionsenthalpie, Reaktionsentropie und freie Reaktionsenthalpie berechnet! (3 P)

Reaktionsenthalpie: $\Delta_R H = \sum v_i \cdot \Delta_f H^0 (\text{Produkte}) - \sum v_i \cdot \Delta_f H^0 (\text{Edukte})$

Reaktionsentropie: $\Delta_R S = \sum v_i \cdot S^0 (\text{Produkte}) - \sum v_i \cdot S^0 (\text{Edukte})$

Freie Reaktionsenthalpie: $\Delta_R G = \Delta_R H - T \cdot \Delta_R S$

Formulieren Sie mit Hilfe der freien Enthalpie eine Bedingung für das Vorliegen eines Gleichgewichts!

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 0$$

Jede Gleichung 0.5 P, Gesamt: 2 P

Berechnen Sie die Siedetemperatur von Diethylether ((C₂H₅)₂O)!

Vernachlässigen Sie die Temperaturabhängigkeit von Enthalpie und Entropie und verwenden Sie für Ihre Rechnung folgende Angaben:

	$\Delta_f H^0 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right]$	$S^0 \left[\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \right]$
Flüssigkeit	-275,7	246,8
Gas	-244,93	346,8

$$T_V = \frac{\Delta_V H}{\Delta_V S} = \frac{\Delta_f H^0 (\text{Gas}) - \Delta_f H^0 (\text{Flüssig})}{S^0 (\text{Gas}) - S^0 (\text{Flüssig})} = \frac{1000 \cdot (-244,93 - (-275,7))}{346,8 - 246,8} \text{ K}$$

$$= 307,7 \text{ K} \quad (1), \text{ gesamt:} \quad 3 \text{ P}$$

b) Moderne Kraftwerke werden häufig mit Erdgas betrieben. Geben Sie die Reaktionsgleichung für die vollständige Verbrennung des Methans an (Annahme: es ist ausreichend Sauerstoff vorhanden)!



Berechnen Sie unter Verwendung von unten stehenden Werten die Reaktionsenthalpie, die Reaktionsentropie und die freie Reaktionsenthalpie für die vollständige Verbrennung von Erdgas (CH₄) bei einer Temperatur von 1500 °C! Hinweis: Die angegebenen Werte gelten für 1500 °C, sie brauchen keine Temperaturabhängigkeit zu berücksichtigen!

Verbindung	$\Delta_f H^0 [\text{kJ/mol}]$	$S^0 [\text{J/mol}\cdot\text{K}]$
CH ₄	30	300
O ₂	49	260
CO ₂	-312	300
H ₂ O	-179,5	259,5

$$\Delta_R H = \Delta_f H^0 (\text{CO}_2) + 2 \cdot \Delta_f H^0 (\text{H}_2\text{O}) - \Delta_f H^0 (\text{CH}_4) - 2 \cdot \Delta_f H^0 (\text{O}_2)$$

$$= (-312 + 2 \cdot -179,5 - 30 - 2 \cdot 49) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -799 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\Delta_R S = S^0 (\text{CO}_2) + 2 \cdot S^0 (\text{H}_2\text{O}) - S^0 (\text{CH}_4) - 2 \cdot S^0 (\text{O}_2)$$

$$= (300 + 2 \cdot 259,5 - (300 + 2 \cdot 260)) \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}} = -1 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$$

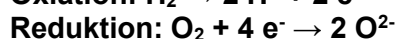
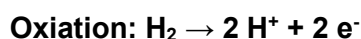
$$\Delta_R G = \Delta_R H - T \cdot \Delta_R S = (-799000 - 1773 \cdot (-1)) \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}} = -797,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Je Wert 1 P (→3 P); Gesamt: 4 P

c) Welche Oxidationszahlen haben die fett gedruckten Elemente in den Verbindungen **NaCl**, **LiAlH₄**, **Na₂Cr₂O₇**, **H₂PtCl₆** (2 P)



d) Geben Sie die Teilgleichungen für die Oxidations- und Reduktionsreaktion in einer mit Wasserstoff und Sauerstoff betriebenen PEM- Brennstoffzelle an!



(1 P)

Welche Spannung liefert eine unter Normalbedingungen mit Wasserstoff und Sauerstoff betriebene PEM- Brennstoffzelle? Nehmen Sie an, dass der $p_H = 0$ ist!

$$E = E^0(\text{H}_2/\text{H}_3\text{O}^+) - E^0(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = (0 - (-1,23)) \text{ V} = 1,23 \text{ V} \quad (1 \text{ P, Gesamt: } 2 \text{ P})$$

e) Bestimmen Sie die stöchiometrischen Koeffizienten für folgende Redoxreaktionen. (2 P)

1. [1] Cu + [1] SO_4^{2-} + [4] H^+ \rightarrow [1] Cu^{2+} + [1] SO_2 + [2] H_2O
2. [3] Fe_2O_3 + [1] CO \rightarrow [2] Fe_3O_4 + [1] CO_2

f) In ein Becherglas mit einer 1-molaren FeSO_4 Lösung wird ein Blech aus Zink, in ein anderes Becherglas mit einer 1-molaren FeSO_4 Lösung wird ein Blech aus Blei eingetaucht.

Erwarten Sie das Abfließen chemischer Reaktionen? Begründen Sie Ihre Antwort! (2 P)

Zn in Fe^{2+} : Reaktion

Pb in Fe^{2+} : keine Reaktion

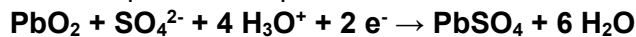
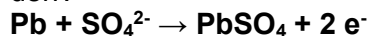
Begründung: $E(\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}) < E(\text{Fe}/\text{Fe}^{2+})$ und $E(\text{Pb}/\text{Pb}^{2+}) > E(\text{Fe}/\text{Fe}^{2+})$

g) Bei der Verhüttung von Kupfererzen wird ein noch mehr oder weniger verunreinigtes Rohkupfer erhalten. Nach welcher Methode wird daraus Reinstkupfer hergestellt? Welcher Wertstoff wird als Nebenprodukt erhalten? (1 P)

Elektrolyse mit Anode aus Rohkupfer und Kathode aus Reinstkupfer, Wertstoff: Anodenschlamm

(Skizze natürlich ebenfalls erlaubt)

h) Geben Sie die Gleichungen der Redoxreaktionen an, die beim Entladen eines Bleiakкумуляtors ablaufen! Welche Spannung gibt der Akkumulator ab? Was geschieht beim Laden? (4 P)



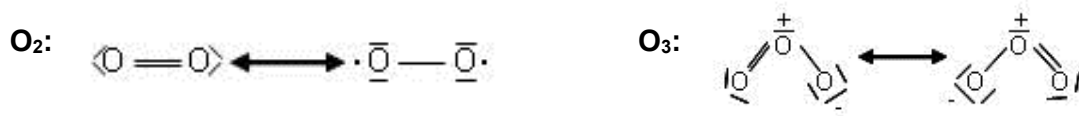
$$\text{EMK} = E(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}^{4+}) - E(\text{Pb}/\text{Pb}^{2+}) = (1,46 - (-0,13)) \text{ V} = 1,59 \text{ V}$$

Beim Laden: Umkehrung der Reaktionen durch Anlegen einer Spannung

Aufgabe 3

a) Geben Sie für beide Formen, in denen elementarer Sauerstoff in der Luft vorkommt, die Summen- und die Valenzformel an!

Welche dieser Formen des elementaren Sauerstoffs ist die häufigere und warum ist sie paramagnetisch? (2 P)



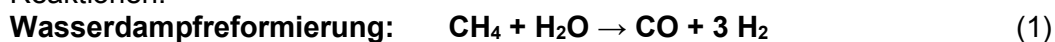
O₂: Häufig, ungepaarte Elektronen

(1)

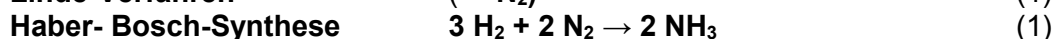
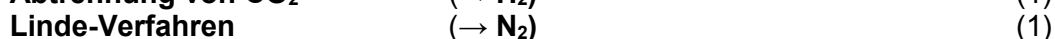
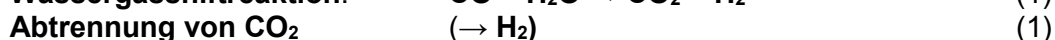
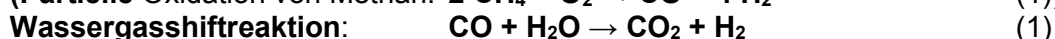
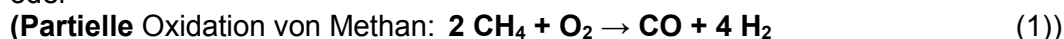
(1)

Gesamt: 2

b) Ammoniak kann aus Erdgas (CH_4), Wasser und Luft hergestellt werden. Geben Sie die wesentlichen Verfahrensschritte an und formulieren Sie die Gleichungen der auftretenden Reaktionen! (5 P)



oder



c) Die Bildung des Ammoniaks erfolgt in einer exothermen Gleichgewichtsreaktion. Nennen Sie zwei Maßnahmen, durch die bei der technischen Ammoniaksynthese der Anteil des Ammoniaks am Produktgemisch so weit wie möglich erhöht wird! (3 P)

- **Hoher Druck**
- **Möglichst niedrige Temperatur** (→ Verwendung Katalysator und Kühlung durch Kaltgaszugabe)
- **Kaltgaszugabe** (verringert Anteil an NH₃ im Gasgemisch) (2)

Zwei davon genügen

Welches allgemein gültige Prinzip liegt diesen Maßnahmen zugrunde?

Prinzip des kleinsten Zwanges (LeChatelier) (1)

Wozu wird der Katalysator benötigt?

Katalysator verringert die Aktivierungsenergie → Reaktion läuft bei niedrigerer Temperatur mit ausreichender Geschwindigkeit ab (1)

gesamt: 4 P

d) Im Hochofen wird durch die Boudouard-Reaktion freier Kohlenstoff gebildet, der sich im Eisen löst.

Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der Boudouard-Reaktion! (1 P)



Welche nachteilige Auswirkung hat der gelöste Kohlenstoff auf die Eigenschaften von Roheisen?

Roheisen wird **spröde** (1 P)

Nennen Sie ein Verfahren bei der Herstellung von Stahl, durch das der Gehalt an Kohlenstoff herabgesetzt wird! (1 P)

Sauerstoff-Blasverfahren („Windfrischen“) oder Elektrostahlverfahren

e) Was versteht man unter Korrosion und was ist ein Lokalelement? (1 P)

Korrosion: **Zerstörung von Werkstoffen durch chemische Reaktionen.**

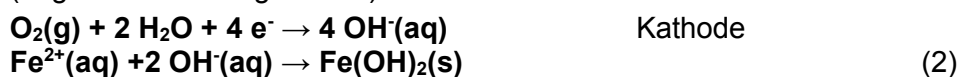
Lokalelement: Entsteht durch **leitenden Kontakt zwischen edlerem und unedlerem Metall**, wenn die **Kontaktstelle in einen Elektrolyten eintaucht.**

Eindeutig erkennbare Skizze ist ebenfalls richtig!

f) Geben Sie die Gleichungen der Reaktionen an, die beim Rosten von Eisen an feuchter Luft ablaufen! (4 P)

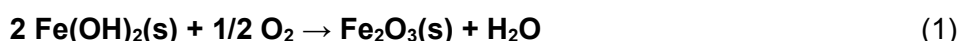


(negative Aufladung des Fe)



Korrekt wäre auch: $\text{Fe} + 1/2 \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$, dann: 2 P

Weiteroxidation



g) Welche Eigenschaft müssen unedle Metalle wie Al, Mg oder Cr aufweisen, damit sie an Luft stabil und als Werkstoffe verwendbar sind? (1 P)

Sie müssen eine **dichte, fest haftende Oxidschicht** ausbilden, die das darunter liegende Metall vor weiterem Angriff schützt.

Aufgabe 4:

- a) Welche Hybridisierung haben C-Atome in Einfach-, Doppel- und in Dreifachbindungen? Welche räumliche Anordnung der von einem zentralen C-Atom ausgehenden Bindungen ergibt sich daraus? (4 P)

sp³: **Tetraeder**, sp²: **Planar**, Winkel 120 °, sp: **Linear**

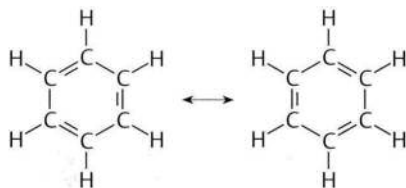
Skizze, in der die Anordnung erkennbar ist, genügt auch!

- b) Nennen Sie anhand des Beispiels Benzol drei wesentliche Strukturmerkmale von Aromaten und erläutern Sie die Verteilung der Bindungselektronen anhand von Lewis-Formeln (mesomere Grenzstrukturen)! (4 P)

Molekül ist planar gebaut, alle **Bindungen gleich lang**, **ringförmig delocalisiertes π-Elektronensystem** mit 4n+2 Elektronen, **sp²-hybridisierte C-Atome**

(2 davon sind ausreichend!)

Mesomerie:



- c) Zeichnen Sie die Lewis-Formeln der Verbindungen 2-Methylbutan, Propen und Ethanol! Zeichnen Sie die charakteristischen Strukturelemente (funktionellen Gruppen) der Verbindungsklassen Alkene, Alkine und Aldehyde! (3 P)

Name	Formel	Klasse	Fkt. Gruppe
2-Methylbutan		Alkene	
Propen		Alkine	$R-C\equiv R$
Ethanol		Aldehyde	

- d) Erläutern Sie den Mechanismus einer Radikalkettenreaktion anhand der radikalischen Polymerisation oder anhand der Verbrennung von Wasserstoff! (3 P)

$I-I \rightarrow I\cdot + I\cdot$	$H_2 + O_2 \rightarrow 2 H\cdot + O_2$	Kettenstart
$I\cdot + M \rightarrow I-M\cdot$ $I-M\cdot + n M \rightarrow I-(M)_{n+1}\cdot$	$\cdot OH + H_2 \rightarrow H_2O + \cdot H$	Kettenfortpflanzung bzw. Kettenwachstum
	$H_2 + \cdot O\cdot \rightarrow \cdot OH + \cdot H$ $\cdot H + O_2 \rightarrow \cdot OH + \cdot O\cdot$ $O_2 + \cdot H \rightarrow HOO\cdot$ $HOO\cdot + H_2 \rightarrow 2 \cdot OH + \cdot H$	Kettenverzweigung (eine Reaktion genügt)
$I\cdot + I\cdot \rightarrow I-I$	$\cdot H + \cdot OH (+ M) \rightarrow H_2O (+ M)$	Kettenabbruch

Stoßpartner (M) nicht zwingend Teil der Antwort

- e) Geben Sie die Konstitutionsformeln der charakteristischen Gruppen von Polyethylen, Polyacrylnitril und Polyvinylchlorid an! Aus welchen Monomeren werden die genannten Polymere hergestellt? (3 P)

Polyethylen Herstellung aus Ethen	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	Polyvinylchlorid Herstellung aus Vinylchlorid	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{CN} \end{array} \right]_n$	Polyvinylchlorid Herstellung aus Vinylchlorid	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{Cl} \end{array} \right]_n$
--	---	--	---	--	---

- f) Wie wirkt sich das Fehlen bzw. das Auftreten von Vernetzungen auf die Eigenschaften von Polymeren aus?

Unvernetzt: **schmelzbar**, Vernetzt: **nicht schmelzbar** (1 P)

Wie wirkt sich eine schwache (weitmaschige) Vernetzung im Vergleich zu einer starken (engmaschigen) Vernetzung aus?

Schwach (weitmaschig) vernetzt **elastisch, nicht schmelzbar** Stark vernetzt: **spröde, nicht schmelzbar** (2 P), gesamt: 3 P

Aufgabe 5:

- a) Geben Sie die Hauptbestandteile von Benzin und Dieselkraftstoff an! (2 P)

Benzin (Ottokraftstoff): **C₇₋₁₀ (Hauptsächlich) Alkane**

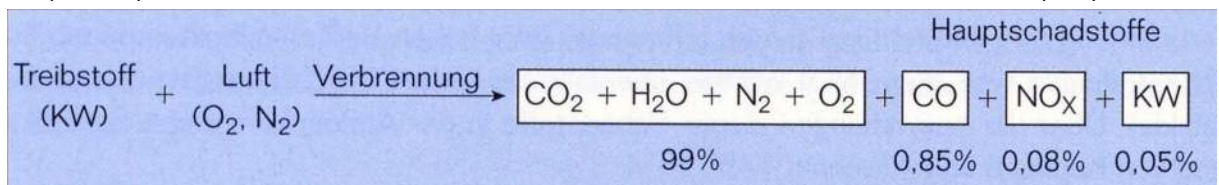
Diesel: **C₁₂₋₁₈ Alkane, Cycloalkane, Aromaten**

- b) Was versteht man unter dem „Klopfen“ eines Ottomotors und wie nennt man eine analoge Erscheinung beim Dieselmotor? (2 P)

Ottomotor: **Vorzeitige Zündung des Kraftstoff-Luft-Gemischs infolge der Kompressionswärme**

Dieselmotor: **Nageln (explosionsartige Verbrennung)**

- c) Nennen Sie die wichtigsten Bestandteile des bei der motorischen Verbrennung entstehenden Gasmischs! Nennen Sie wenigstens zwei Bestandteile des Produktgemischs, die als Schadstoffe angesehen werden müssen! Klassifizieren Sie die Komponenten des Gemischs als Hauptbestandteile (jeweils mehr als 1 %) und als Nebenbestandteile (< 1 % im Einzelfall)! Welcher weitere Schadstoff entsteht, wenn ein Motor (Diesel) mit Luftüberschuss betrieben wird? (8 P)



Diesel: **Zusätzlich Ruß** (1 P)

- d) Aufgrund der der Bildung zugrunde liegenden Reaktionen unterscheidet man zwischen 3 verschiedenen Quellen für NO. Nennen Sie die drei in der Vorlesung erklärten Wege zur Bildung von NO und geben Sie die Größenordnung der Konzentration [ppm] an, für die die jeweilige Reaktion verantwortlich gemacht wird! Im Fall der Verbrennung von Kohle tritt eine vierte Quelle für NO auf. Welche? (4 P)

Thermisches NO ~ 1000 ppm

Promptes NO ~ 100 ppm

NO- Bildung über N₂O ~ 10 ppm

Kohle: Brennstoff- NO (stammt aus dem Brennstoff)

- e) Durch welches Katalysatorkonzept werden die Stickoxide aus dem Abgas von Dieselfahrzeugen und von Großfeuerungsanlagen entfernt? Geben Sie für ein Gemisch aus je 50 % NO und NO₂ die Gleichung der zur Entfernung der Stickoxide führenden Reaktion an! Durch welches Reduktionsmittel werden die Stickoxide entfernt? In welcher Form wird das Reduktionsmittel im Fahrzeug mitgeführt? Durch welche Reaktion wird das Reduktionsmittel im Fahrzeug erzeugt? (4 P)

Konzept: **SCR** (0.5 P)

Reaktion: **2 NO + 2 NO₂ + 4 NH₃ → 4 N₂ + 6 H₂O** (1 P)

Reduktionsmittel: **NH₃** (1 P)

Im Fahrzeug: **Wässrige Harnstofflösung** (0.5 P)

Hydrolyse des Harnstoffs: **(H₂N)₂CO + 2 H₂O → 2 NH₃ + CO₂** (1 P)

Zusatzfrage:

- 1) Welche Kennzahlen beschreiben die Qualität von Benzin und von Dieseldieselkraftstoff und wie sind diese Zahlen definiert? (2 P)

Benzin: **Oktanzahl**, i. e. **Volumenanteil von iso-Oktan (2,2,4-Trimethylpentan) in einem iso-Oktan/ n-Heptan- Gemisch, das die gleiche Klopfestigkeit wie der zu prüfende Kraftstoff aufweist.**

Dieseldiesel: **Cetanzahl**, i. e. **Volumenanteil an n-Hexadecan (Cetan) in einem Cetan/ 1-Methylnaphthalin- Gemisch, das dieselbe Zündwilligkeit aufweist wie der zu prüfende Dieseldieseltriebstoff.**

- 2) Wie viel Luft [l/h] (bezogen auf 0 °C und 101.3 hPa) müssen Sie einem Benzinmotor zuführen, der 15,2 l/h verbraucht? Verwenden Sie für die Rechnung einen aus 100 % Oktan (C₈H₁₈, Dichte ρ = 0,75 g/cm³) bestehenden Kraftstoff! Gehen Sie von einer vollständigen Verbrennung des Treibstoffs aus! Setzen Sie x(O₂, Luft) = 0,2 und setzen Sie das molare Volumen von Luft auf 20 l/mol fest! (3 P)

1. Berechne \dot{m} bzw. \dot{n} des Treibstoffs:

$$\dot{m}(Tr) = \dot{V}(Tr) \cdot \rho(Tr). \quad (0,5 P)$$

Mit $\dot{m} = \dot{n} \cdot M$ wird daraus:

$$\dot{n}(Tr) = \frac{\dot{V}(Tr) \cdot \rho(Tr)}{M(Tr)} \quad (0,5 P)$$

2. Berechne \dot{n} von O₂

$$\dot{n}(O_2) = 12.5 \cdot \dot{n}(Tr) \quad (0,5 P)$$

3. Berechne \dot{n} und \dot{V} von Luft

$$\dot{n}(Luft) = \frac{\dot{n}(O_2)}{0.2} \Rightarrow \dot{V}(Luft) = \dot{n}(Luft) \cdot V_m \quad (0,5 P)$$

4. Fasse zusammen und setze Zahlen ein:

$$\dot{V}(Luft) = \frac{\dot{V}(Tr) \cdot \rho(Tr)}{M(Tr)} \cdot \frac{12.5}{x(O_2, Luft)} \cdot V_m = \frac{15.2 \cdot 0.75 \cdot 1000 \cdot 12.5 \cdot 20}{114 \cdot 0.2} \frac{l \cdot g \cdot cm^3 \cdot mol \cdot l}{h \cdot cm^3 \cdot l \cdot g \cdot mol} = 125000 \frac{l}{h}$$

Zusammenfassen: 0,5 P, Zahlen einsetzen und Auswerten: 0,5 P

Hinweis: Durch die Beantwortung der Zusatzfrage können Sie an anderer Stelle fehlende Punkte ausgleichen, die maximale Zahl von 100 Punkten aus den Fragen 1 bis 5 bleibt unverändert, insbesondere hat die Zusatzfrage keinen Einfluss auf die Berechnung der für das Erreichen der Note 4.0 erforderlichen Punktzahl.