

Thema: Katalytische Oxidation

Name: Rebel, Marcel

Firma: Enterprise Bau Technik Umwelt GmbH

0. Inhalt

1. Einleitung
2. Abgasreinigungsverfahren
3. Katalysator
4. Katalytische Nachverbrennung
5. Kat-Ox-Anlage
6. Einzelschritte der Katalyse
7. Prognose
8. Quellen

1. Einleitung

- Aufgrund der eingeschränkten Adsorptionsfähigkeit der Aktivkohlefilter für einige Schadstoffe wie zum Beispiel Vinylchlorid (VC) werden alternative Abgasreinigungsverfahren in der Industrie verwendet.
- z.B. Thermische Oxidation,
Katalytische Oxidation

2. Abgasreinigungsverfahren

- Nutzung von unterschiedliche Abgasreinigungsverfahren in der Industrie
- Unterscheidung nach oxidative, adsorptive, absorptive und biologische Verfahren

2. Abgasreinigungsverfahren

Verfahren:	Variante:	Wirkungsgrad:	Volumenstrom: [m³/h]	Schadstoffe :	Konzentration: [mg/m³]
Thermische Oxidation	>1.200 °C mit Stütz-feuerung	>99 %	500 bis 3.000	CKW, Kampfstoffe, Pestizide	3.000 bis 10.000
	autotherm (mit Wärmerück-gewinnung)			KW, AKW	>1.000
Katalytische Oxidation		>99 %	200 bis 500	KW, AKW, CKW, VC	>1.000
UV-Oxidation		>95 %	20 bis 200	VC, Tri, Per	<200

2. Abgasreinigungsverfahren

Verfahren:	Variante:	Wirkungsgrad:	Volumenstrom: [m³/h]	Schadstoffe :	Konzentration: [mg/m³]
Adsorption	Aktivkohle	>99 %	50 bis 500	AKW, KW, CKW (außer VC)	0 bis 10.000
	Molekularsieb			H₂O, NO_x, CO₂, Hg, Dioxine	
	Kieselgel			Wasser	
Absorption		>90 %	>500	HCl, HF, NH₃	30 bis 10.000
Biologische Verfahren	Biofilter	40 % bis 90%	500 bis 5000	AKW, KW, CKW	500 bis 10.000
	Tropfkörper		>200	Alkohole, Aldehyde, Ketone, Ester	3.000 bis 10.000

2.1 Schadstofflegende

Abkürzung:	Bedeutung:	Verwendung:	Beispiel:
CKW	Chlorkohlenwasserstoff	Lösungsmittel, Pestizide	DDT, Per
AKW	aromatische Kohlenwasserstoffe	Bestandteil von Benzin	Benzol
VC	Vinylchlorid	Herstellung von Polyvinylchlorid (PVC)	
Tri	Trichlorethen	Metall- und Glasindustrie	
Per	Tetrachlorethen	Textilreinigungsmittel	
NOx	Stickstoffoxide	Oxidationsmittel, Narkosemittel	Lachgas
CO2	Kohlenstoffdioxid	Trockeneisherstellung	
Hg	Quecksilber	Elektrolyse	
HCl	Chlorwasserstoff	Salzsäureherstellung	Magensäure
HF	Fluorwasserstoff	Katalysator bei der Benzinherstellung	
NH3	Ammoniak	Textilveredlung	

3. Katalysator

a.) Katalysatoren

- beschleunigen die chemische Reaktionen von Stoffen
- senken die Aktivierungsenergie bzw. Zündtemperatur
- steigern der Reaktionsgeschwindigkeit

3. Katalysator

b.) Arten der Katalyse

➤ Heterogene Katalyse

- Unterschiedliche Phase zwischen Katalysator und Edukte (*katalytische Oxidation*)

➤ Homogene Katalyse

- Gleiche Phase zwischen Katalysator und Edukte

➤ Biokatalyse

- Enzyme

3. Katalysator

c.) Aufbau für Gasreinigungsprozesse

- bestehen aus Edelmetalle oder Metallverbindungen z.B. Oxide
- In Kombination mit einem inaktiven Träger z.B.: Aluminiumoxid, Kieselsäure, Keramik
- Ausführung als Formkörper
z.B.: Kugeln, Ringe, Stäbe, oder Wabenrohre

3. Katalysator

c.) Aufbau für Gasreinigungsprozesse

Wabenform:



Kugelform:



3. Katalysator

d.) Eigenschaften / Anforderungen

- hohe Aktivität
- hohe Selektivität
- hohe Lebensdauer bzw. Standfestigkeit
- Beständigkeit (mechanische, chemische, thermische)
- Wirtschaftlichkeit

3. Katalysator

e.) Katalysatordeaktivierung

- beschränken die Lebensdauer
- Entstehung von irreversiblen (Alterung, Verkokung, Vergiftung) oder reversiblen (Staubablagerungen) Schädigungen
- Verlust der Aktivität

3. Katalysator

e.) Katalysatordeaktivierung

➤ Ursachen:

- *Chemische Einflüsse*
 - Vergiftung durch Inhaltstoffe (PH_3 , AsH_3 , H_2S) im Rohgas
- *Thermische Einflüsse*
 - Entstehung von Gefügeveränderungen durch erhöhte Temperatur
- *Mechanische Einflüsse*
 - Abrieb von Katalysatormaterial durch Staub

3. Katalysator

e.) Katalysatordeaktivierung

➤ Schutzmaßnahmen:

- *Schutz gegen chemische Desaktivierung*
 - Temperaturerhöhung
 - Nutzung von stabile Trägern
- *Schutz gegen thermische Desaktivierung*
 - Nutzung von temperaturbeständige Katalysatoren
 - geeignete Steuerung - und Regelungstechnik für Vorwärmung des Abgasstromes
- *Schutz gegen mechanische Desaktivierung*
 - Vorfilterung des Staubes

3. Katalysator

f.) Anwendungsbereiche

- Bulkchemikaliensynthese (Schwefelsäure, Polyethylen)
- Herstellung von pharmazeutischen Wirkstoffen oder von Lebensmitteln (Bier, Wein, Joghurt)
- Energiegewinnung (Brennstoffzellen)
- Abgasreinigung

4. Katalytische Nachverbrennung

- Nutzung des Verfahrens für die Reinigung industrieller Abgase
- Für brennbare, organische Schadstoffe ausgelegt
- Einsatz des Verfahrens bei einem niedrigen Schadstoffgehalte
- Schadstoffe werden bei ca. 250 °C bis 400 °C durch geeignete Katalysatoren vollständig oxidiert

4. Katalytische Nachverbrennung

a.) Vorteile

- kleine Abmessungen der Anlagen
- einfacher Aufbau der Anlagen
- wartungsarm und einfach zu betreiben
- sehr hoher Wirkungsgrad
- geringere Temperaturen als andere thermische Verfahren
 - weniger Materialprobleme
 - geringere Energiekosten

4. Katalytische Nachverbrennung

b.) Nachteile

- die Zusammensetzung der Abluft muss bekannt sein
- weniger universell als Thermische Oxidation
- einige chemische Verbindungen sind katalytisch schwierig abbaubar
- jeder Katalysator kann vergiftet werden

5. Kat-Ox-Anlage

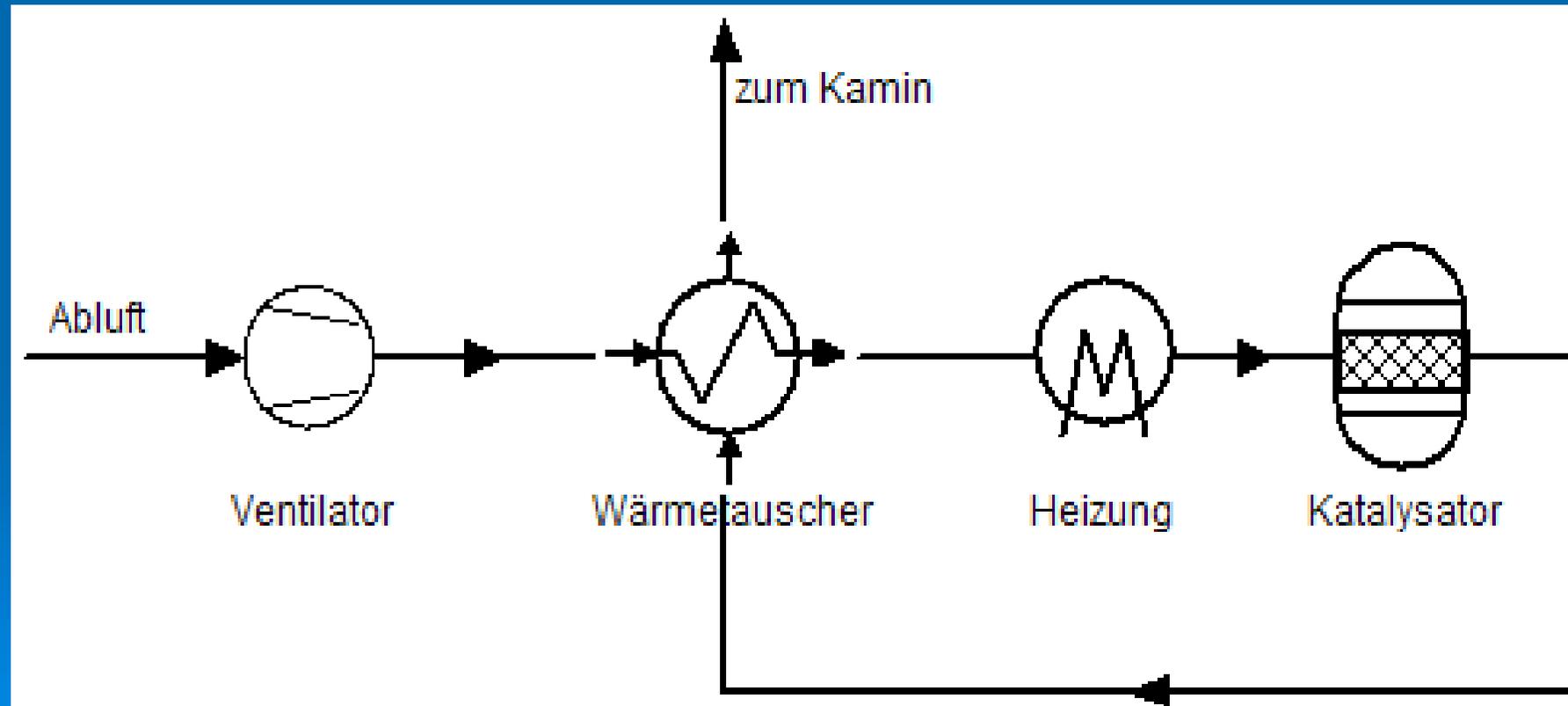
a.) Aufbau

- Katalytischer Reaktor
- Brenner bzw. Heizstäbe oder Heizung für die Prozessgasaufheizung
- Ventilatoren für die Förderung des Prozessgasstromes
- Wärmetauscher zur Energieeinsparung
- Staubfilter
- Gaswäsche

5. Kat-Ox-Anlage

a.) Aufbau

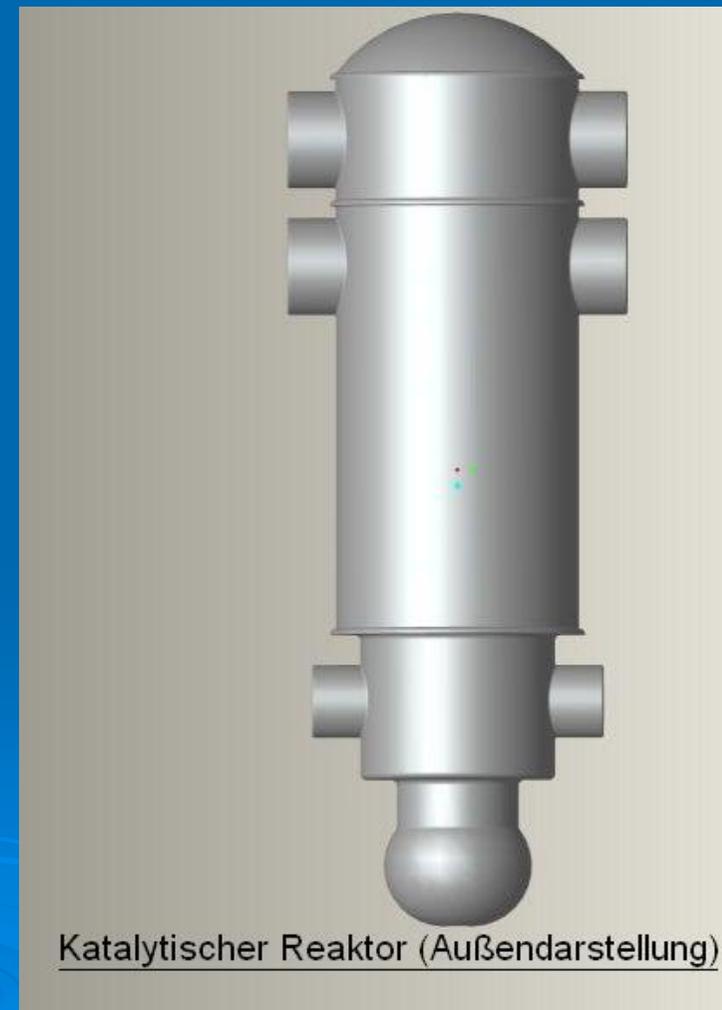
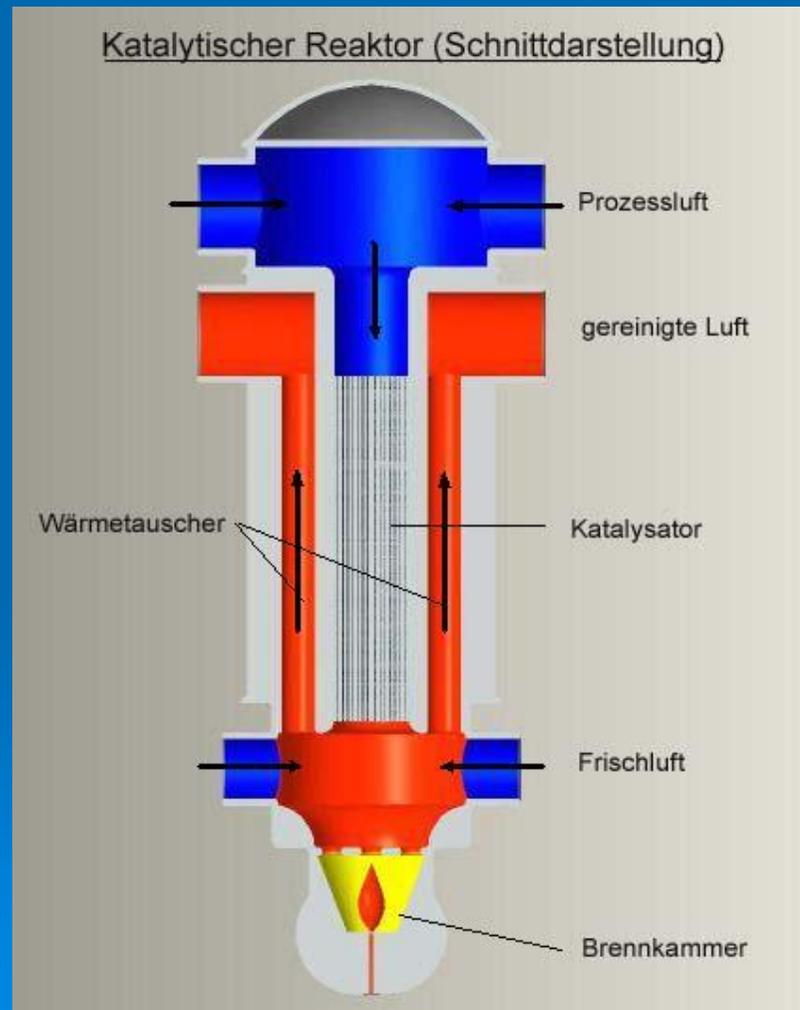
Allgemeines Flussdiagramm:



5. Kat-Ox-Anlage

b) Aufbau

Katalytischer Reaktor mit Wärmetauscher und Brenner:



5. Kat-Ox-Anlage

c.) Funktionsweise

- Vorwärmung der Kat-Ox-Anlage auf Betriebstemperatur
 - Frischluft wird in Brennkammer erwärmt
 - Dadurch wird der Wärmetauscher aktiviert
- Umstellung auf Schadstoffbetrieb
 - Prozessluft wird der Kat-Ox-Anlage zugeführt und vom Wärmetauscher vorgewärmt (ca. 350 °C)
 - Erwärmte Prozessluft wird durch den Katalysator geleitet
- Umsetzung der Schadstoffe im Katalysator
 - Chemische Reaktion der Schadstoffe an der aktiven Oberfläche des Katalysators

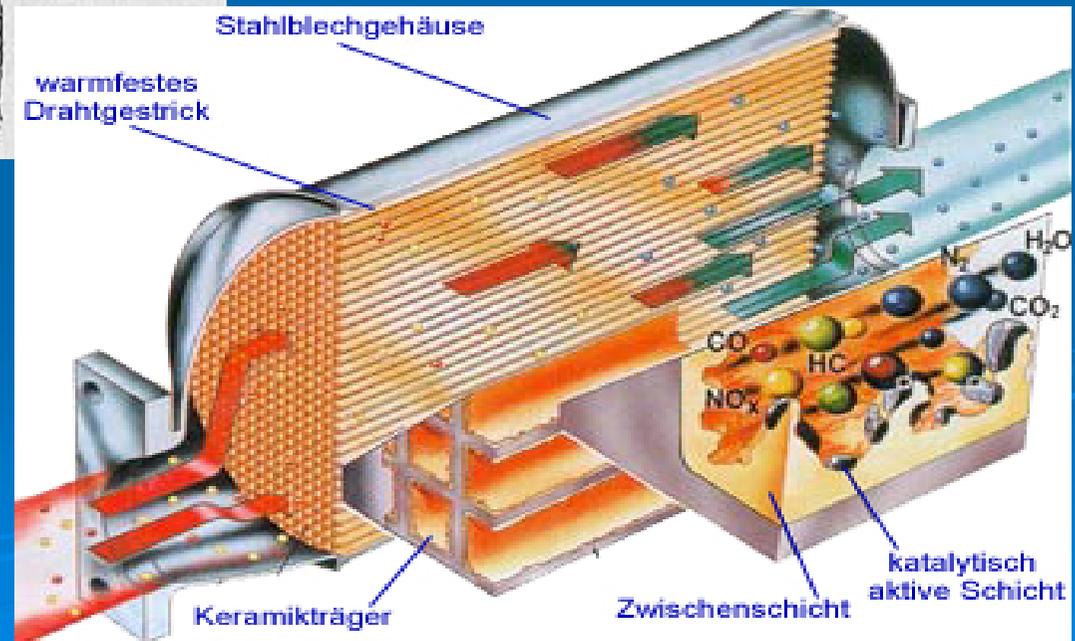
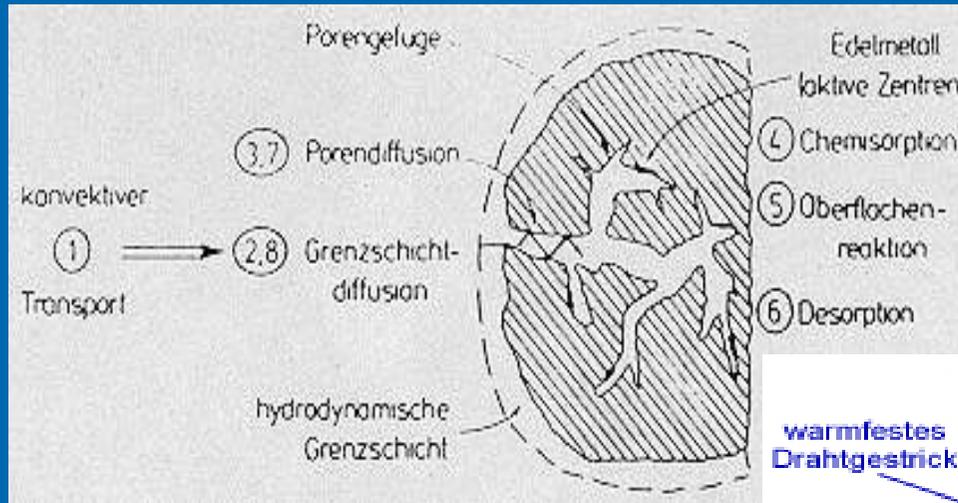
5. Kat-Ox-Anlage

d.) Prozessablauf im Katalysator

- Transport der Ausgangsstoffe (Edukte) im Gasraum
- Grenzschichtdiffusion der Ausgangsstoffe
- Porendiffusion der Ausgangsstoffe
- Bindung der Ausgangsstoffe am Edelmetall
- Reaktion an der aktiven Oberfläche
- Desorption der Produkte
- Poren- und Grenzschichtdiffusion der Produkte
- Transport der Produkte im Gasraum

5. Kat-Ox-Anlage

d.) Prozessablauf im Katalysator



6. Prognose

- Neuste Entwicklungen bei Katalysatoren (z.B. Nanotechnologie) ermöglichen den Betrieb bei immer tieferen Temperaturen und/oder steigern die Unempfindlichkeit gegenüber Staub und Giften
- Die katalytische Abgasreinigung wird in den kommenden Jahren gegenüber der thermischen Nachverbrennung wieder vermehrt an Bedeutung gewinnen

7.Quellen

Fachbücher und Fachzeitschriften:

- 1.) Schwister, K.: Taschenbuch der Verfahrenstechnik, Fachbuchverlag Leipzig 2005
- 2.) Baldauf, C.: Vorlesungsskript – Chemische Reaktionstechnik, FHTW Berlin 2005
- 3.) Weber-Ingenieure Pforzheim GmbH: Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle – Katalytische Oxidation in der Gasphase, Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe 1996
- 4.) VDI Richtlinien 3476: Abgasreinigung – Verfahren der katalytischen Abgasreinigung, Juli 2004

Internet:

- www.motorradthunder.de/lexikon/images/katalysator.jpg
- www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/umat/katalyse1/en3.gif
- www.euv-wien.at/rechts-knv-1-besch.htm