

Brandschutzforum Austria

Foto: Polygon

Vorlesung

Nach größeren Bränden
den Betrieb „entgiften“!

Brandschaden- sanierung



© Univ.-Lektor OSR Dr. Otto Widetschek, KFU Graz



1

Es hat gebrannt – was nun?

Die „Gretchenfrage“: Abreißen oder Sanieren?



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

2

Schäden nach Bränden

- ▶ Thermische Schäden
- ▶ Beaufschlagungen durch Ruß und Rauchgas-kondensate
- ▶ Löschpulver
- ▶ Löschwasser
- ▶ Geruchsschäden



Quelle: Polygon GmbH

3

Praktische Sanierung (Film)

Brandschadensanierung

© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

4

Chaosreaktion Brand



► Welche Schadstoffe?
► Was ist hier noch zu retten?

Bild: Belfor © by Dr. Otto Widetschek, Graz

5

Gefahren durch Rauch

 **Vergiftungsgefahr** vor allem durch **Kohlenmonoxid**

 **Panikgefahr** durch **ätzende Brandaerosole**

 **Kontaminationsgefahr** durch **Langzeitgifte**

© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

6

„Giftcocktail“

Flüchtige Gase:

- ▶ CO Kohlenmonoxid
- ▶ HCN .. Blausäure
- ▶ HCl ... Salzsäure
- ▶ NH₃ ... Ammoniak
- ▶ CO₂ ... Kohlendioxid
- ▶ NO_x ... Stickoxide
- ▶ SO₂ ... Schwefeldioxid

© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

7

„Kinder“ des Feuers

Relative Rauchmenge/min	Verbrennungsprodukte
Polyvinylchlorid	→ Salzsäure
Polyurethan	→ Blausäure
Gummi	→ Schwefeldioxid
Polyamid	→ Ammoniak
Polyethylen	Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Ruß, Wasserdampf etc.
Holz	

© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

8

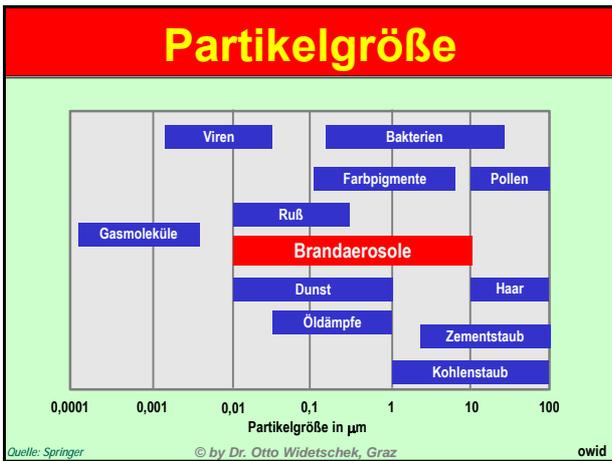
Aerosole

Luftschwebestoffe
(Größe im µm-Bereich)

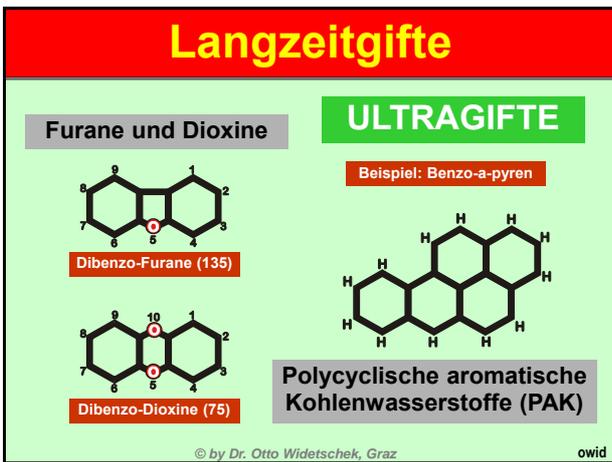
Corona-Virus
(einige 0,1 µm)

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

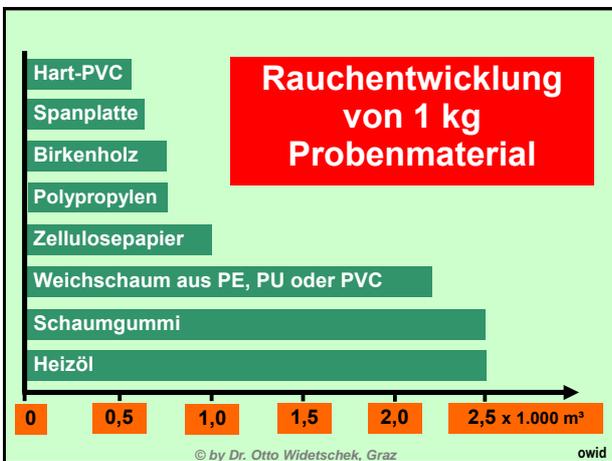
9



10



11



12

Schadstoffe im Ruß



Polyzyklische, aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Dioxine (PCDD)

Chlorwasserstoff (HCl)

Halogene (Cl, Br ...)

Kohlenstoff (Ruß)

Furane (PCDF)

Bild: Belfor © by Dr. Otto Widetschek, Graz

13

PVC-Brand



Ab ca. 120 bis 150°C beginnt thermische Zersetzung

Bild: G. Reiler © by Dr. Otto Widetschek, Graz

14

PVC (Chemismus)

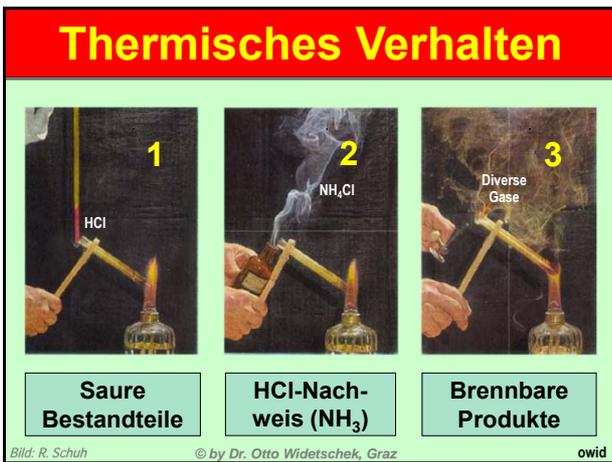
Polymerisation	Makromolekül (Kette)
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{Cl} \\ \quad \\ \text{C} = \text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{cccccc} \text{H} & \text{Cl} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{Cl} \\ & & & & & \\ -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}- \\ & & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{Cl} & \text{H} & \text{H} \end{array}$
Vinylchlorid (VC)	Polyvinylchlorid (PVC)

© by Dr. Otto Widetschek, Graz ovid

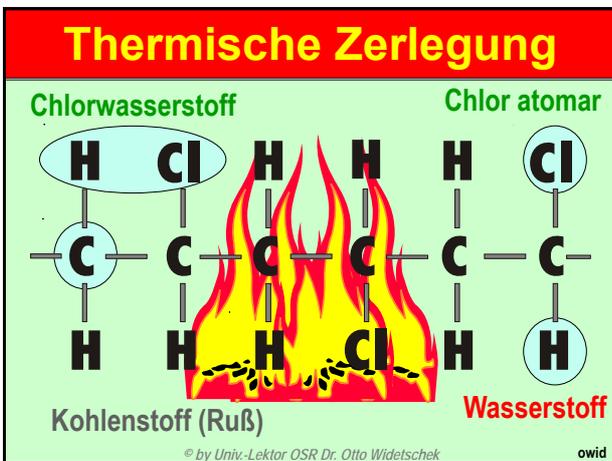
15



16



17



18

Chloridschäden

1 kg PVC

ca. 1 Liter Salzsäure

einige 100 Liter HCl-Dampf

© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

19

Korrosionsschäden

Quelle: TONDOK W.: Sanierung elektronischer Geräte, 1987.

Relative Feuchtigkeit (%)	Gewichtsverlust (g/m²)
5%	~0
11%	~5
15%	~10
17%	~20
37%	~80

Laborexperimente

- ▶ Eisenoberfläche
- ▶ „Infektion“ mit HCl
- ▶ Messung des Gewichtsverlustes
- ▶ Starke Korrosion ab ca. 50 % Feuchte
- ▶ Ziel Feuchte kleiner als 30 %

© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

20

Korrosionsschäden

schematische Darstellung

Salzsäure Metall (Eisen) Luftsauerstoff

$$12 \text{ HCl} + 4 \text{ Fe} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 4 \text{ FeCl}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$$

$$4 \text{ FeCl}_2 + 12 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{ Fe(OH)}_3 + 12 \text{ HCl}$$

Luftfeuchte, Löschwasser Rost (Vorstufe)

Katalytischer Prozess

© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

21

Der Rostvorgang

$12 \text{ HCl} + 4 \text{ Fe} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 4 \text{ FeCl}_3 + 6 \text{ H}_2\text{O}$ Salzbildung
 $4 \text{ FeCl}_3 + 12 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{ Fe(OH)}_3 + 12 \text{ HCl}$ Hydrolyse

- ▶ Blanke Eisenoberflächen bilden binnen kürzester Zeit einen "fuchsroten" Belag – so genannter Chloridrost.
- ▶ Der Belag wird mit der Zeit dunkler und wandelt sich in "normalen" Rost um. HCl wird wieder frei.
- ▶ Zn (Trapezbleche), Sn (Lötstellen), Cu (Kontakte), Al (Fensterrahmen) reagieren in derselben Art.

HCl tritt in die Gleichung am Anfang ein und am Ende unverbraucht wieder aus.

➔ HCl als Katalysator!

© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

22

„Heiratsvermittlung“

- ▶ Katalysator → „Heiratsvermittler“, für Moleküle
- ▶ Chinesen → gleiches Schriftzeichen (phonetische Aussprache „tsoo mei“).

触媒

© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

23

Typische Rostprozesse



Bild: Belfor © by Dr. Otto Widetschek, Graz

24

Rost an Geräten



Bild: Bellor © by Dr. Otto Widetschek, Graz

25

Rost an Maschinen



Bild: Bellor © by Dr. Otto Widetschek, Graz

26

Metallschließe



Quelle: R. Schuh, München (1968) © by Dr. Otto Widetschek, Graz

27



28



29



30



Wischprobe

Bild: Belfor © by Dr. Otto Widetschek, Graz

31



**Grenzwert bei Chlorid:
10 µg Cl/cm²**

Bild: Belfor © by Dr. Otto Widetschek, Graz

32

Was ist Sanierung?

$12 \text{ HCl} + 4 \text{ Fe} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 4 \text{ FeCl}_3 + 6 \text{ H}_2\text{O}$ Salzbildung
 $4 \text{ FeCl}_3 + 12 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{ Fe(OH)}_3 + 12 \text{ HCl}$ Hydrolyse

1. Gleichung:

- ▶ **Entlüften** von ev. noch vorhandenem Rauch! → **Reduktion von HCl**
- ▶ **Abhalten** des Luftsauerstoffs durch Überziehen metallischer Oberflächen mit Konservierungsöl → **kein O₂**

2. Gleichung:

- ▶ **Entfernen** des Wassers (Löschwasser entfernen, Trockner installieren, Luftfeuchte so gering als möglich halten [bei feuchtem Wetter: Raum dicht halten]) → **weniger H₂O**
- ▶ **Entfernen** von HCl → **Sanieren** (Chlorbinder, Chemikalien)

© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

33



34



35



36

Trockner einsetzen



Reduktion der relativen Luftfeuchtigkeit unter 30 % (elektronische Geräte, Bauteile etc.)

Bild: Belfor © by Dr. Otto Widetschek, Graz

37

Sanierungsmethoden

- ▶ Handwischverfahren
- ▶ Heißwasser-Hochdruckverfahren
- ▶ Trockensanierungen z. B. SRF-Paste © by Belfor
- ▶ Strahlverfahren (Sand, Trockeneis)



© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

38

Handwischverfahren (1)



Bild: Belfor © by Dr. Otto Widetschek, Graz

39



40



41



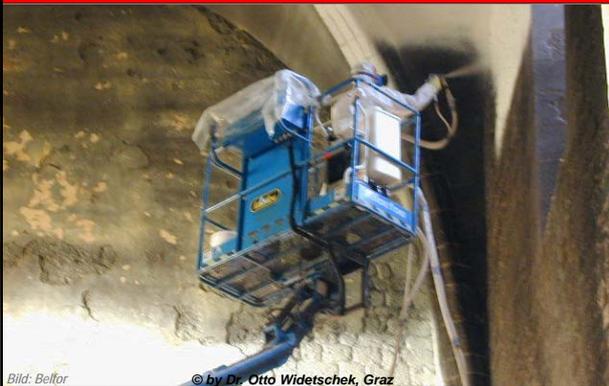
42

Starke Verrußung



43

Spezial-Kunststoff-Film



44

Einwirken und Adsorbieren



45

Trockenes Abheben



46

Teilsanierung erledigt



47

Strahlverfahren (1)



48



49



50



51



52



53



54



55



56



57



58



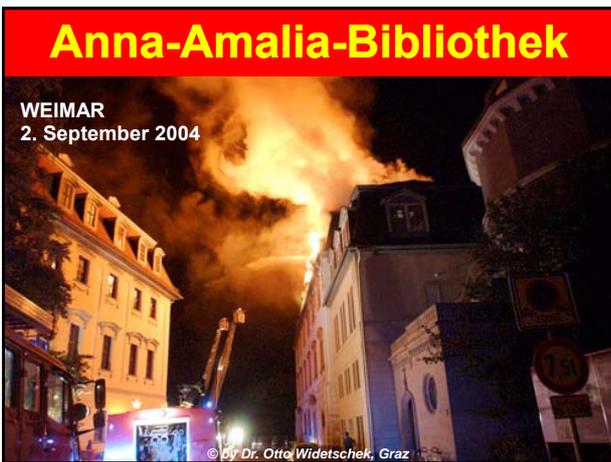
59



60



61



62



63

Kulturschaden

Dutzende Büsten

50.000 Bücher verbrannt

35 Ölgemälde

62.000 Bücher durch Feuer und Wasser beschädigt

64

Luther-Bibel gerettet!

Dir. Michael Knoche
mit der Original Luther-Bibel

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

65

Lästige Gerüche

Neutralisation von Geruchsstoffen durch „Fogging“ bzw. „Ozonisation“!

Fogging	Ozonisation
	

Bilder: Polygon © by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

66



67



68



69



70
