

Brandschutzforum Austria

Vorlesung

„Die Geschichte lehrt dauernd,
aber sie findet keine Schüler!“
Ingeborg Bachmann

Brandursachen

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

1

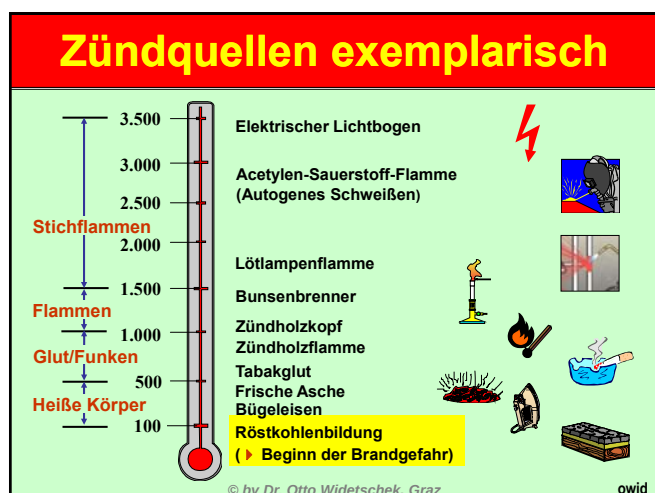
Brandgefahren

Wo sitzt der Feuer- teufel?



© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

2



3

Zündquellen

Alle Zündquellen lassen sich zurückführen auf

- ▶ Flammen
- ▶ Funken
- ▶ Heiße Oberflächen (z. B. Glut)



© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

4

Wichtige Brandursachen



Schweißen, Löten, Flämmen und Schleifen



Rauchen und offenes Feuer

Elektrizität



Brandstiftung



Selbstentzündung

© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

5

Wichtige Brandursachen (1)



Schweißen, Löten, Flämmen und Schleifen

„Feuer- und Heiðarbeiten“




© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

6

Feuer- und Heißarbeiten



7

Freigabe von Arbeiten

Grundsätzliche Voraussetzungen

- ▶ **Zeitgerechte Mitteilung** an BSB
- ▶ **Fachkenntnisse** der beauftragten Personen (Gefahren erkennen, erforderliche Sicherheitsmaßnahmen)
- ▶ **Ortsaugenschein** durchführen
- ▶ **Freigabe der Arbeiten** (Zuständigkeiten, Maßnahmen, Arbeitsbereich, Ende der Freigabe)

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

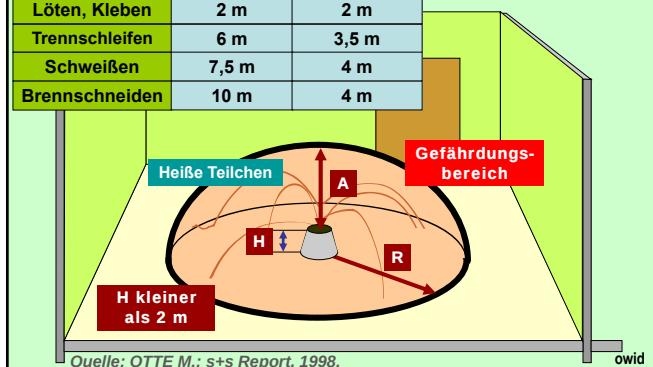
owid



8

Gefährdungsbereiche

Feuerarbeit	Radius (R)	Abstand (A)
Löten, Kleben	2 m	2 m
Trennschleifen	6 m	3,5 m
Schweißen	7,5 m	4 m
Brennschneiden	10 m	4 m



Quelle: OTTE M.: s+s Report, 1998.

owid

9

Freigabe

Risikoabschätzung ist erforderlich!

Checkliste gemäß TRVB 104, Anhang 3

Freigabeschein gemäß
TRVB 119

CHE CKLISTE

„Normen und Sicherheitsanforderungen im Umgang mit Gefahrstoffen“

Die folgende Checkliste dient zur Überprüfung der Einhaltung der Normen und Anforderungen an die TFECS im Umgang mit Gefahrstoffen bei folgenden Tätigkeiten an Arbeits- / Laborplätzen:



Vorgehensweise	Minimale Anforderung
1. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
2. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
3. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
4. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
5. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
6. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
7. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
8. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
9. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
10. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
11. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
12. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
13. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
14. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
15. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
16. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
17. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
18. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
19. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja
20. Ist eine Gefährdungs- und/oder Sicherheitsanalyse notwendig und wenn ja, wann?	ja

[illegible]

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

10

Freigabebescheinigung

[illegible]

In 5 Sprachen!

Wichtig: Die 2. Seite!

- **Besichtigung der Arbeitsstelle**

MASSNAHMEN

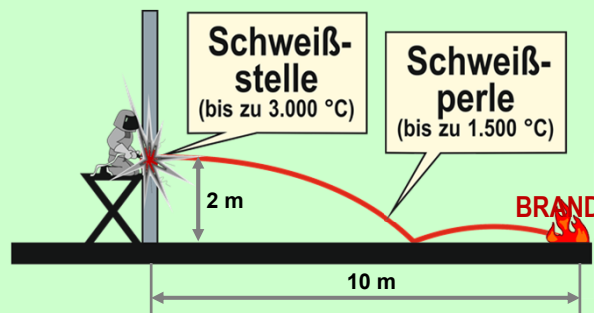
- ▶ Vor der Arbeit
- ▶ Während der Arbeit
- ▶ Nach der Arbeit
- ▶ Im Brandfall (KARL-Regel)

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

11

Schweißperlen



Achtung: Brandgefahr beginnt ab etwa 100 °C!

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

12

Wärmeleitung



13

Brandschutz beachten!



14

Schleiffunken



15

Wichtige Maßnahmen



16

Exemplarische Großbrände



17

Wichtige Brandursachen (2)



18

Rauchen & Offenes Feuer



► Glut bis zu **650 °C**

► Flamme ca. **750 °C**

► Schwefelkopf ca. **1.100 °C**

Merkregel: Brandgefahr bereits ab etwa 100 °C!

© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

19

Rauchen als „Dauerbrenner“

LESER

Die Raucher aussperren ist lächerlich

Nichtraucher sollen geschützt werden, aber ein generelles Rauchverbot trifft einigen Leser: Äußerungen zu.



These:

Absolutes Rauchverbot ist kontraproduktiv!

© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

20

Die Brandkatastrophe von Egg



Im Jahre 2008 kam es im Altenheim Egg, Voralberg, zu einen Brand mit **12 Toten**.

- Es herrschte **absolutes Rauchverbot!**
- → „Geheimes“ Rauchen und unkontrollierte Entsorgung von Zigarettenresten.
- Gravierende feuerpolizeiliche Mängel führten zu einem verhängnisvollen Brand.
- 11 Menschen wurden gerettet!

owid

21

„Echte“ Raucher rauchen immer!

- Im Büro
- Im Schlafzimmer
- In der Werkstätte
- Im Chemieabzug
- Unter der Decke etc.



22

Niemals Rauchen im Bett!

Rauche niemals im Bett, denn die Asche, die herunter fällt, könnte Deine eigene sein!



Cartoon: Enzocomics owid

23

Ingeborg Bachmann



„Die Geschichte lehrt dauernd, aber sie findet keine Schüler!“

Anmerkung: Die drogensüchtige Dichterin verbrannte in ihrem Appartement in Rom, als sie im Bett eine Zigarette rauchte.

© by Dr. Otto Widetschek, Graz owid

24

Sicherheitszigarette

Vermindertes Zündpotential
(ab 17. November 2011)



25

Geht sie immer aus?

Nein, es kommt auf die
Lage (Geometrie) an!

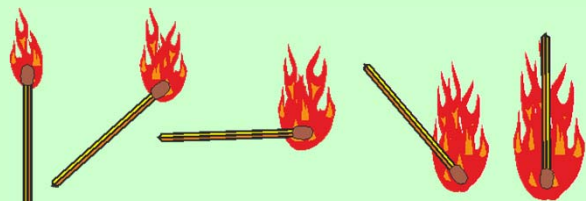


26

Geometrie

kleine
Flamme

große
Flamme



Die Flammengröße
hängt von der Lage der Zündquelle ab

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

27

Ziel der Sicherheitszigarette

EU: ca 30.000 Brände pro Jahr, welche durch
Zigaretten etc. ausgelöst werden
→ **etwa 1.000 Tote!**



Reduktion der
Toten im EU-
Raum durch
Rauchen in
Kombination mit
Brand um 50 %.

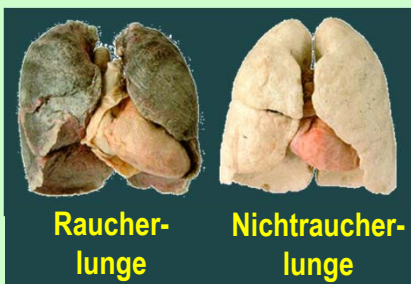
© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

28

Zur Abschreckung: Schockbilder

BEISPIEL:



Raucher-
lunge

Nichtraucher-
lunge



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

29

Antiraucher-Therapie (Film)



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

30

„Raucherinsel?“

Nein – ein Skandal!



31

Echte Raucherinseln



Keine eigenen
Raucherglocken und
Glaskäfige!“



Rauchtechnisch
getrennte Kommuni-
kationsbereiche!

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

32

„Papierkorb-Dilemma!“



„Gutes Klima für
den Feuerteufel“

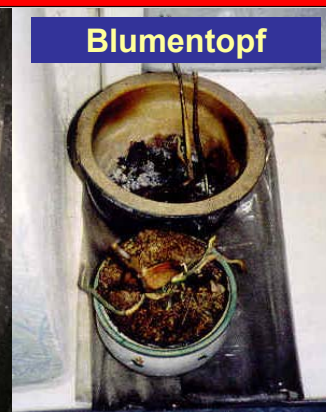
33

Die Realität

Brandausbruchs-
stelle im
Altenheim Egg



Blumentopf



34

Gefährdete Abfallbehälter



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

35

Rauchwaren (Entsorgung)



Quelle: Sicherheitsinstitut, Zürich

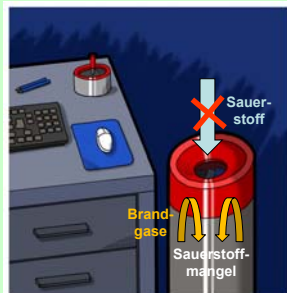
36

Sicherheitsbehälter

Falsch!



Richtig!



Cartoon: Enzocomics

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

37

Pyrotechnische Artikel



Magie der Explosionen!

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

38

Rakete (schematisch)



Leuchtkugeln (div. Metalle)

Treibladung (Schwarzpulver)

Seele (Hohlraum)

Zündschnur

39

Volksbank Wels 1997/98

GROSSBRAND GEKLÄRT

Signalpatrone war schuld

Linz. – Die „Tatwaffe“: zwei Sternsignalpatronen, die an sich bei See- oder Bergnot verwendet werden. Der „Täter“: ein 19-jähriger Bursche. Auf sein Konto soll der Großbrand gehen, bei dem in der Silvesternacht die Volksbank Wels (OÖ) eingäschert wurde. Schaden: 130 Millionen Schilling.



40

Totale Zerstörung

Großbrand Volksbank Wels

- 1. Jänner 1998
- Zerstörung des Bankgebäudes
- Schaden etwa 130 Mio Schilling
- Brandursache: Pyrotechnik



Foto: Oswald

41

Brennbare Flüssigkeiten



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

42

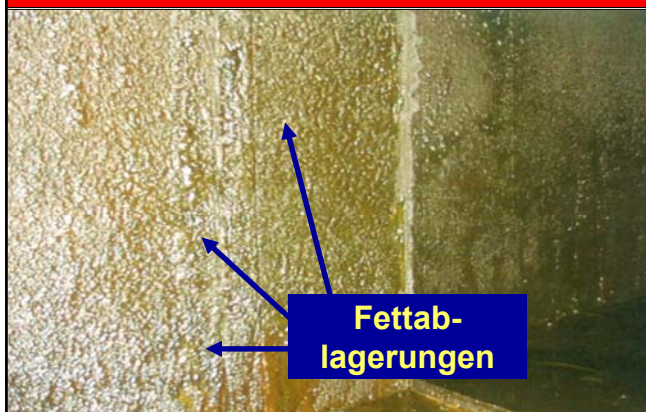
Tatort Küche

Sicherheitsinstitut Zürich



43

Verschmutzung (Dunstabzug)



44

Lüftungsleitung



Staubablagerungen

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

45

Installationsschacht



46

Beim Flambieren

**Hotel
„International“,
Zürich 1990
(6 Tote)**



47

Brand im Restaurant



48

Fettbrände



49

Fettexplosion



50

Fettexplosion

Tatsache 1:



100 Grad Celsius



Tatsache 2:



280 Grad Celsius

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

51

Daher: Nie mit Wasser!

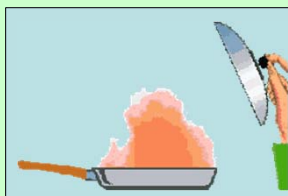


52

Was tun?



- ▶ Hohe Temperatur (ca. 280 °C)
- ▶ Brandausbreitungsgefahr!



- ▶ Deckel auf den Topf!
- ▶ Kein Wasser!

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

53

Osterfeuer (Film)



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

54

Verletzter Ambros

Ambros mit schweren Brandwunden im AKH

Austropopper wollte Äste mit Benzin abheizen. Verbrennungen im Gesicht und an den Armen.

WIEN. „Es geht ihm den Umständen entsprechend gut“, erklärte Manfred Frey, Vorstand der Plastischen Chirurgie am Wiener AKH, nachdem er gestern am späten Vormittag einen prominenten Patienten zu versorgen hatte: Austropopper Wolfgang Ambros (52) erlitt, als er in seinem Garten in Pressbaum Gesteine abheizen wollte, Verbrennungen.



Schwer verletzt: Wolfgang Ambros

Brand setzen wollen, dabei strich eine Sticht Flamme empor, die den Musiker schwer verletzte. Nach der Erstversorgung durch das Rote Kreuz flog ihn ein Notarzthubschrauber des Ganze ins AKH. Wesentlich sei, sagte Chirurg Frey, dass Augen, Luftröhre und Lunge nicht unmittelbar in Mitleidenschaft gezogen seien.

owid

55

Technische Gase

Verdichtete Gase

durch Druck

- ▶ Wasserstoff
- ▶ Methan
- ▶ Sauerstoff
- ▶ Stickstoff

Verflüssigte Gase

durch Druck bzw. tiefe Temperatur

- ▶ Propan
- ▶ Butan
- ▶ Ammoniak
- ▶ Kohlendioxid
- ▶ Ethylen

Unter Druck gelöste Gase

Lösung in Flüssigkeiten (kl. Druck)

- ▶ Acetylen in Aceton
- ▶ Ammoniak in Wasser

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

56

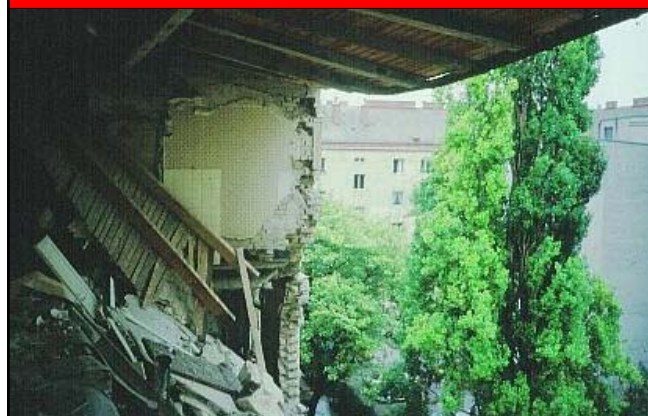
Methangas



Erdgas-Explosion
Wien/Simmering

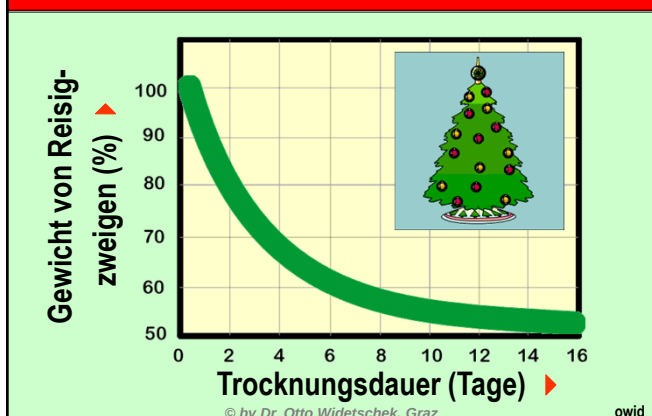
57

Wände sind wenig stabil



58

Reisig (Gewichtsabnahme)



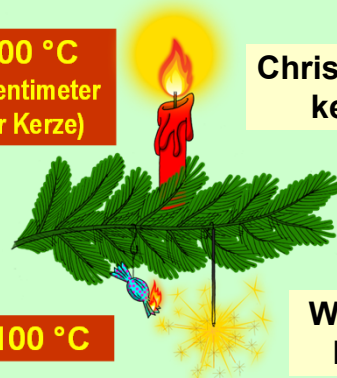
owid

59

Christbaum (Zündquellen)

bis 500 °C
(einige Zentimeter über der Kerze)

Christbaumkerze



bis 1.100 °C

Wunderkerze

© by Univ.-Lektor OSR Dr. Otto Widetschek

owid

60

Es ist vollbracht!



61

Christbaumbrand (Film)



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

62

Adventkranz

Die 1. Kerze ist
der Täter!



www.pinterest.com

63

Nie ohne Aufsicht!



64

Gedenkerzen

Zwei Grundregeln:

- ▶ Unbrennbare
Auffangtasse!
- ▶ Nie unbeaufsichtigt
lassen!



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

65

Achtung: Kleiderbrände!



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

66

Wichtige Brandursachen (3)



Schweißen, Löten,
Flämmen und Schleifen



Elektrizität

Rauchen und
offenes Feuer



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

67

Elektrischer Strom



Überlastung

Mechanische
Beschädigung

Kabelbruch

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

Cartoon: Enzocomics

68

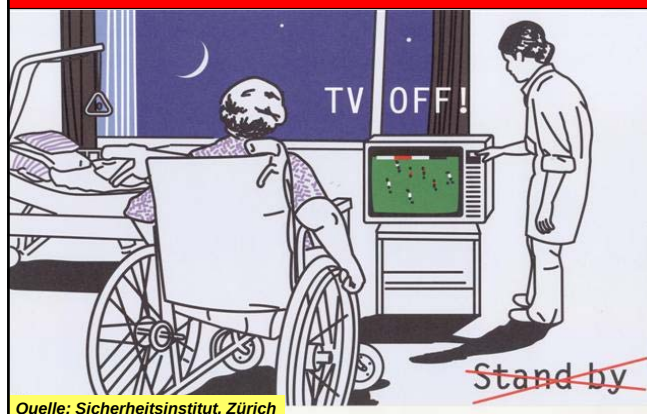
Defekte melden!



Quelle: Sicherheitsinstitut, Zürich

69

Kein Stand by!



Quelle: Sicherheitsinstitut, Zürich

70

Elektrobrände (1)

Elektrische Geräte, die Abwärme erzeugen



Lampen bei brennbarem Material



Quelle: F. Nechutny, Aprilsymposion 2013, Graz

owid

71

Elektrobrände (2)

Elektrische Leitungen und Betriebsmittel



Leitungsüberlastung

Thermische Zerstörung (Überstrom)

Isolationsfehler

verursacht durch Nageleinschlag



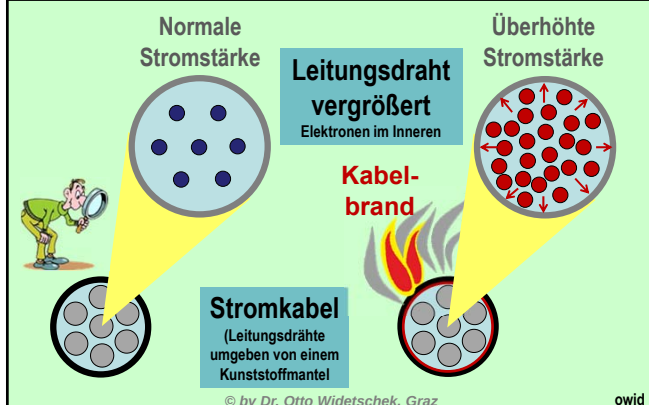
Kontaktfehler durch lockere
Klemme an einem Stecker

Quelle: F. Nechutny, Aprilsymposion 2013, Graz

owid

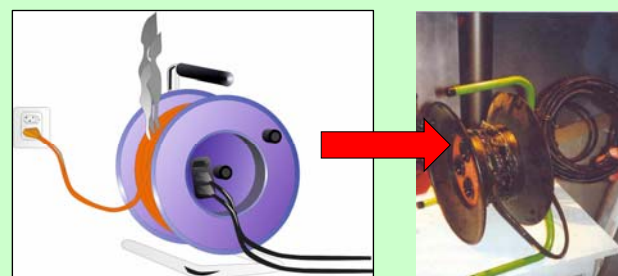
72

Joul'sche Wärme



73

Beispiel: Kabelrolle



Wärme kann nicht abgeführt werden → Wärmestau →
→ Temperaturerhöhung (Van't Hoff'sche Regel)

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

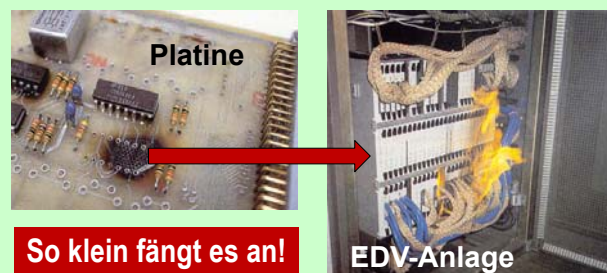
74

Beispiel: Heizdecke



75

Beispiel: EDV-Anlagen



So klein fängt es an!

EDV-Anlage

Hier kann man z. B. mit stationären Gaslöschanlagen den Brandschutz gewährleisten!

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

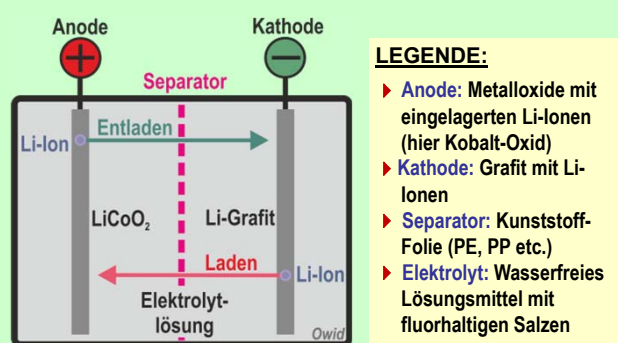
76

E-Geräte sind Brandstifter!



77

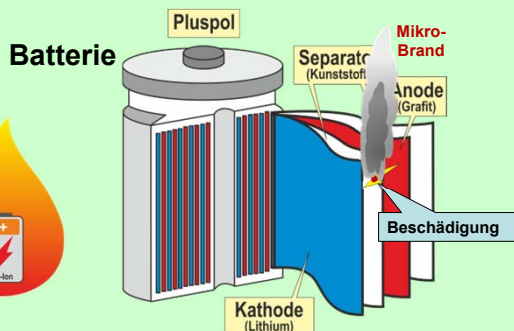
Li-Ionen-Zelle (Schema)



78

Lithium-Ionen-Batterie

Schematische Darstellung



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

79

Brandverhalten Li-Batterie



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

80

Gefährlicher E-Schrott



Großbrand Fa. Saubermacher

- ▶ 4. Juni 2014 Unterpremstätten
- ▶ 600 m² große Lagerhalle
- ▶ Schaden etwa 8 Mio EUR
- ▶ Elektrische Ursache

81

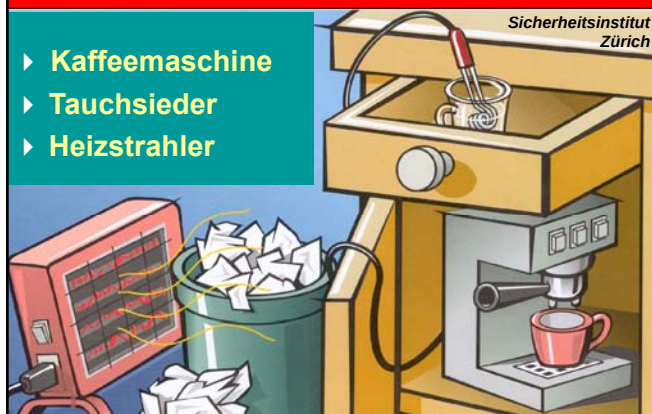
Vollbrand und Flash



82

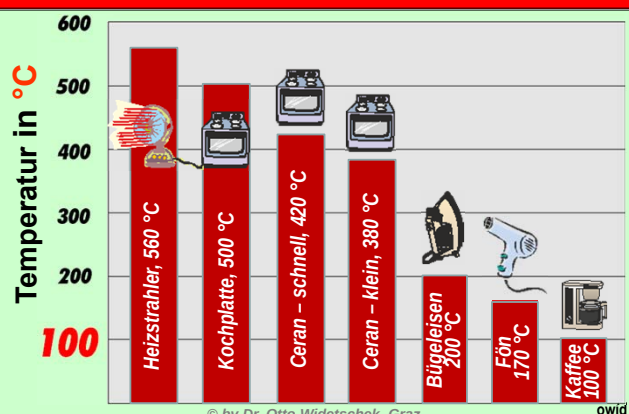
Weitere Beispiele

- ▶ Kaffeemaschine
- ▶ Tauchsieder
- ▶ Heizstrahler



83

Elektrische Heizgeräte



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

84

Das war ein Fernseher!



Brown'sche Röhre

Flachbildschirme



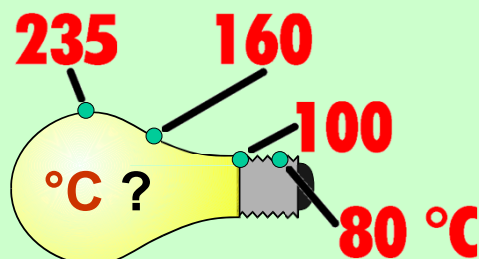
Rückholaktion von
1,6 Millionen Sony
Bravia-Fernsehern
wegen Brandgefahr

owid

85

Zündquelle „Glühbirne“

100 Watt Glühbirne:



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

86



87

Elektrostatik



88

Elektrostatische Aufladung

„Die Haare zu Berge
stehen lassen!“



89

Statische Aufladung



Explosion Fa. Lyocell (Kunstfaser)

- ▶ 23. Oktober 2003 Heiligenkreuz (B)
- ▶ 52 m hoher Produktionsturm
- ▶ Zersetzung eines Lösungsmittels
- ▶ Ursache: Vermutlich Elektrostatische Aufladung

Bild: Ewald Schnecker

90

Zerstörungen

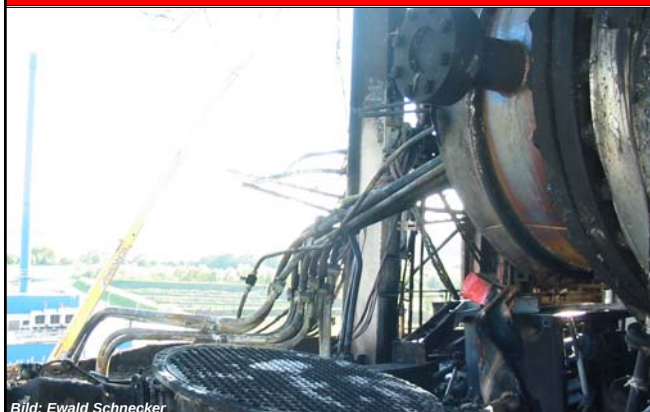
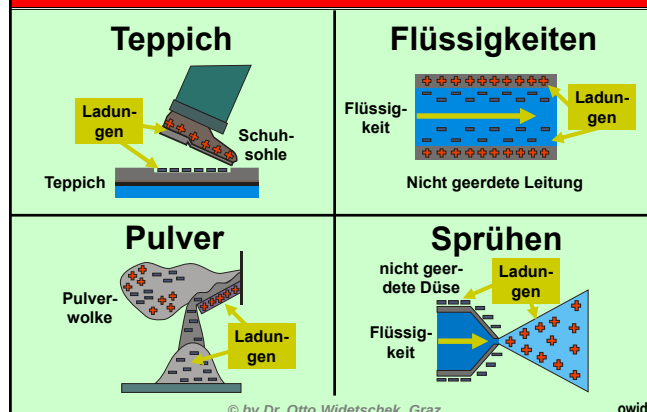


Bild: Ewald Schnecker

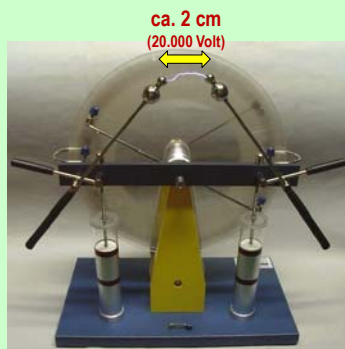
91

Statische Aufladungen



92

Funkeninduktor



Durch Reibung zwischen zwei Flächen wird statische Elektrizität (Ladung) erzeugt.

- Funken werden gebildet (Durchbruchspannung in Luft: etwa 1.000 Volt/mm.

Versuche:

- Benzin und Aceton brennen!
- Alkohol und Diesel nicht!

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

93

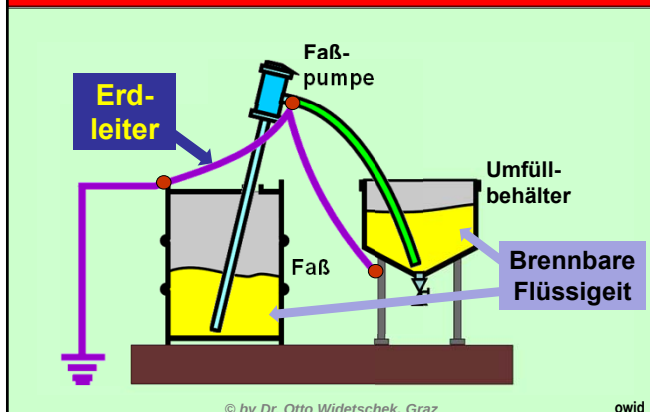
Aufladung!



Cartoon: Enzocomics

94

Richtige Erdung



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

95

Ex-Schutz



Diverse Erdungsmaterialien für die Feuerwehr
(www.hk-erdung.de)

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

96

Kennzeichnungen



Elektrostatisch gefährdete Bauelemente (EN 100 015)



Antistatisches Schuhwerk benutzen (EN ISO 7010)

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

97

Schuhwerk & Boden

Zwei Grundkriterien:



1. Schuhwerk muss Ladungen ableiten können!

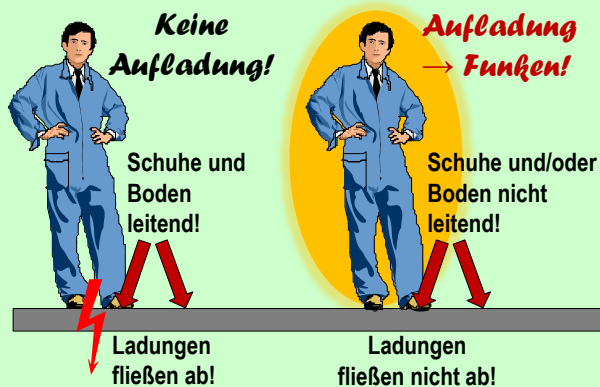
2. Boden im Betrieb muss leitend sein!

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

98

Erdung von Menschen



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

99

Blitze: Elektr. Kraftmeier

Spannungen bis 30 Millionen Volt

Stromstärken bis 100.000 Ampere
Millionenfacher Todesstrom

100

Spielerisches Experiment



1752
Drachen-
Versuch von
Benjamin
Franklin

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

101

Faraday'scher Käfig

Realistisches
Experiment



102

Gefahren durch Blitze



Brand durch
zündenden Blitz



Schäden durch
Überspannungen

owid

103

Blitzschutz



Äußerer Blitzschutz
(Blitzschutzanlage)



Innerer Blitzschutz
(Überspannungen)

owid

104

Wichtige Brandursachen (4)



Schweißen, Löten,
Flämmen und Schleifen

„Heiß-
arbeiten“



Elektrizität

Rauchen und
offenes Feuer



Brandstiftung



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

105

Brandstiftung



Quelle: www.nw-news.de

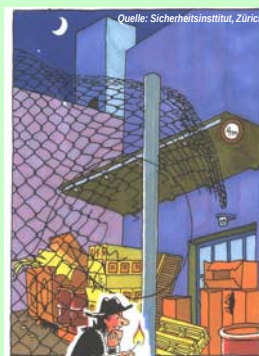
106

Am Arbeitsplatz

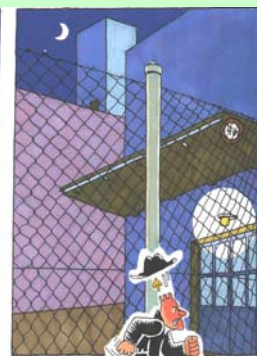


107

Gelegenheits-Brandstifter



BRANDSTIFTUNG EINFACH



BRANDSTIFTUNG SCHWIERIG

owid

108

Leiner, St. Pölten



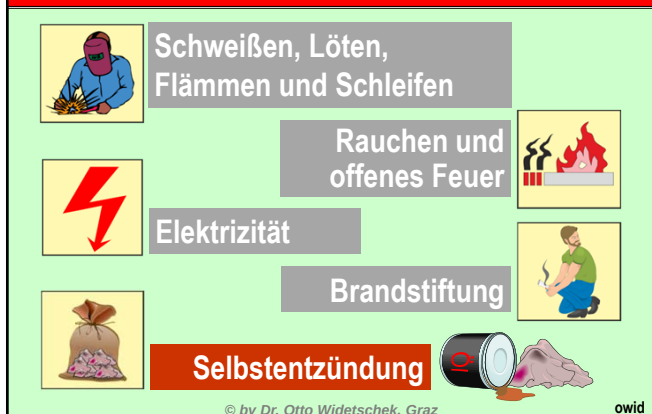
109

Moderner Vandalismus



110

Wichtige Brandursachen (5)



111

Selbstentzündung

Definition:

Spontane Entzündung brennbarer Materialien, d. h. ohne Einwirkung einer äußeren Zündquelle.



Zündung von Innen!

Zwei Voraussetzungen:

- ▶ Selbstzersetzung des Materials bei Umgebungstemperatur
- ▶ Wärmestau

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

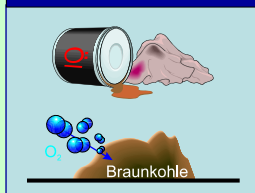
owid

112

Phänomene

Selbstentzündung

Physikalisch-chemische Phänomene



Biologische Phänomene (Mikroorganismen)



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

113

Fallstudie Lagertank

Brand im Bereich des Mannloches eines in Revision befindlichen Lagertanks

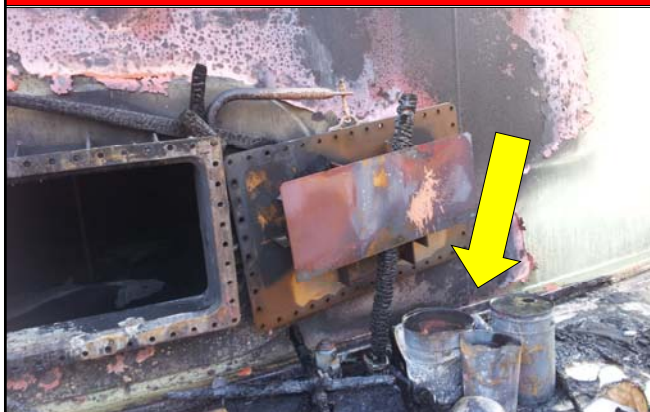
Gefahrstoffe:

- ▶ Lösemittel (Aceton)
- ▶ Farbanstrich
- ▶ Härter (Butanox)
- ▶ Harzlösung (Derakane)



114

Gefahrstoff-Behälter



115

Arbeitsprozesse

Tankboden ...

Schleifen

Saugen

Reinigen



Staubproduktion
(Inhaltsstoffe können
katalytisch wirksam werden!)

Aceton & Textil
(+ Staubreste)

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

116

Vermutliche Brandursache

Plastik-Sack
(60 Liter)



Putzlappen mit
Aceton getränkt
(mit Schleifstaub
verunreinigt!)

**Selbst-
entzündung!**

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

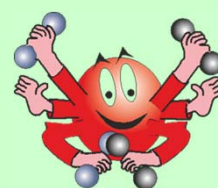
117

Begünstigung

Neigung zur Selbstentzündung ist abhängig von...



... Temperatur



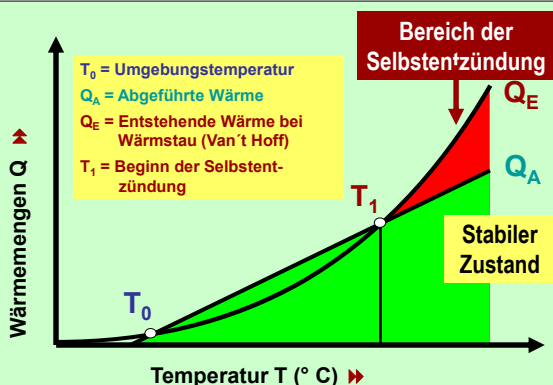
... Verunreinigung
(katalytische
Wirkung)

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

118

Grundlagen



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

119

Praxis: Ölgetränktes Tuch!

Glimmbrand
(Selbstentzündung)

Ölgetränktes
Tuch



Energie wird
über die Luft
abgeführt!

Wichtig: Öl
zersetzt sich
und gibt
Energie ab!

Wärmestau
durch Abfall

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

120

Putzlappen



121

Eigener Behälter



122

Firnislacke als Ursache



123

Selbstentzündung (Film)



124

Lieb Bau Weiz, 2009



125

Totale Zerstörung



126

Fett-Selbstentzündung

Planzliche Fette



Olivenöl

Tierische Fette



Schmalz

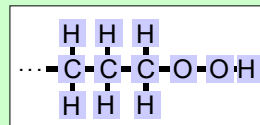
© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

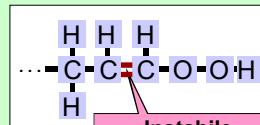
127

Fettsäuren

Gesättigte Fettsäuren:
z.B. Stearinsäure $C_{17}H_{36}COOH$
(in tierischen Fetten)



Ungesättigte Fettsäuren:
z.B. Oleinsäure $C_{17}H_{33}COOH$
(im Olivenöl)



Instabile Doppelbindung

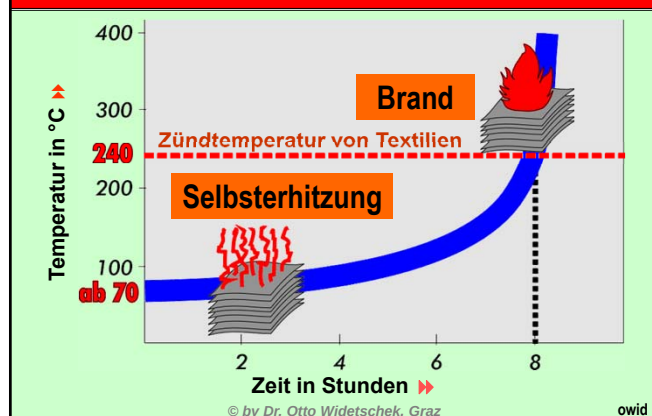
➔ Wärme wird frei!

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

128

Selbstentzündung (Textilien)



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

129

Selbsterhitzung (Heu)

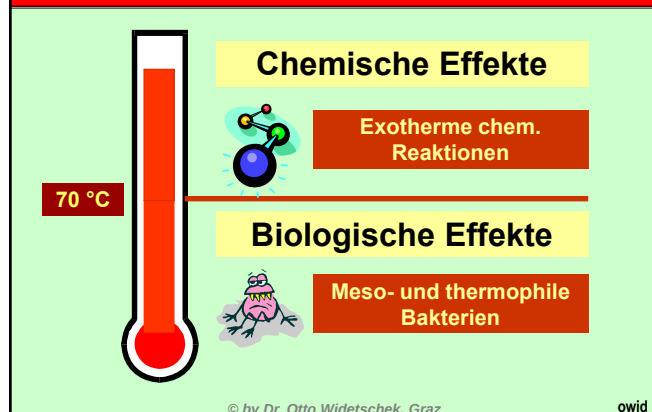
Faktor 1	Faktor 2
	
Hohe Schichtung	Zu große Feuchte
▶ starke Pressung ▶ Wärmestau	▶ „Übergärung“

© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

130

Selbsterhitzung



© by Dr. Otto Widetschek, Graz

owid

131

Ende des Vortrags



owid

132