

# **Brandprävention - Stallbränden wirksam vorbeugen**

**Dipl.-Ing. (TH) Jürgen Kunkelmann  
Karlsruhe**

**(im Ruhestand, ehemals Forschungsstelle für Brandschutztechnik  
Karlsruher Institut für Technologie – KIT)**

# 1. Gefährdungen durch Brandrauch

- Bereits in der **Brandentstehungsphase (Schwelphase)** bilden sich große Mengen an **hochtoxischem Brandrauch**.
- Innerhalb weniger Minuten: **Bewusstlosigkeit** oder **Tod**
- **Orientierung im Raum schwierig bis unmöglich.**
- **Personen und Tiere werden im Brandraum zumeist und in erster Linie**
  - durch die aus der **Inneneinrichtung der Räume** resultierende Brandlast
  - und erst im **weiteren Brandverlauf durch die Brandlast, welche die Gebäudekonstruktion beinhaltet, gefährdet.**

## 2. Gefährdungen durch Wärme; schnelle Brandausbreitung; Brandphänomene

- **Backdraft**

- Rauchdurchzündung mit Druckaufbau und Verpuffung

- **Rollover**

- Rauchdurchzündung ohne Verpuffung

- **Flashover**

- Übergang von der Brandentwicklungsphase zum Vollbrand, ohne Verpuffung

# Gefährdung von Feuerwehreinsatzkräften durch Backdraft

- O<sub>2</sub>-Konzentration im Raum unter 15 Vol.-%
- Raumtemperatur ist hoch
- CO und unverbrannter Kohlenstoff können einen Backdraft bewirken

Hot Smoldering

- Geringe Sauerstoffkonzentration
- große Wärme
- Schmelbrand
- Hohe Konzentration an brennbaren Brandzersetzungsprodukten

Prebackdraft

Einmischung von Luftsauerstoff führt zu einer Verpuffung

Backdraft

Quelle: Wieder, M.A. et al.: Essentials of Fire Fighting, The International Fire Service Training Association, Fire Protection Publications, Oklahoma State University, 1992

Deutsche Übersetzung: KIT-FFB

# Auswahl brennbarer Brandpyrolysegase

Pyrolysegas	Explosionsgrenze in Luft Vol.-%		Zündtemperatur °C	Dichte kg/m <sup>3</sup> (0°C, 1 bar)
	untere	obere		Luft: 1,29 kg/m <sup>3</sup>
Kohlenmonoxid (CO)	10,9	76,0	605	1,25
Methan (CH <sub>4</sub> )	4,4	17,0	595	0,72
Acetylen (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	2,4	88,0	325	1,16
Ethen (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	2,7	34,0	425	1,25
Ethan (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	2,7	16,0	515	1,35
Hexan (C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )	1,0	7,4	240	3,83
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	14,0	32,5	630	0,77

## Problematik

### Brennbare Brandzersetzungsprodukte (Gase und Dämpfe)

- mit unterschiedlichen Zündtemperaturen und Explosionsgrenzen
- Dichte kleiner oder größer als Luft

**Es gibt kein sicheres Anzeichen für einen bevorstehenden Backdraft.**

# Beispiel: Güllegas

Pyrolysegas	Explosionsgrenze in Luft Vol.-%		Zündtemperatur °C	Dichte kg/m <sup>3</sup> (0°C, 1 bar) <b>Luft: 1,29 kg/m<sup>3</sup></b>
	untere	obere		
Methan (CH <sub>4</sub> )	4,4	17,0	595	0,72
Schwefelwasserstoff (H <sub>2</sub> S)	3,9	50,2	270	1,54
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	14,0	32,5	630	0,77

## Beispiel: Lithium-Ionen-Batterien

- Beim Versagen von Lithium-Ionen-Batterien freiwerdende **schwere Elektrolytdämpfe** können sich vor der Entzündung im Bodenbereich sammeln und quasi einen zündfähigen See bilden, der **zunächst nicht z.B. von optischen Rauchmeldern an der Decke detektiert** wird.
- Beim Versagen von Lithium-Ionen-Batterien sei hierdurch insbesondere auch auf die mögliche **Gefährdung von schlafenden Personen** hingewiesen.

### Versicherungsbedingungen überprüfen:

#### **Leistung auch bei grober Fahrlässigkeit ?**

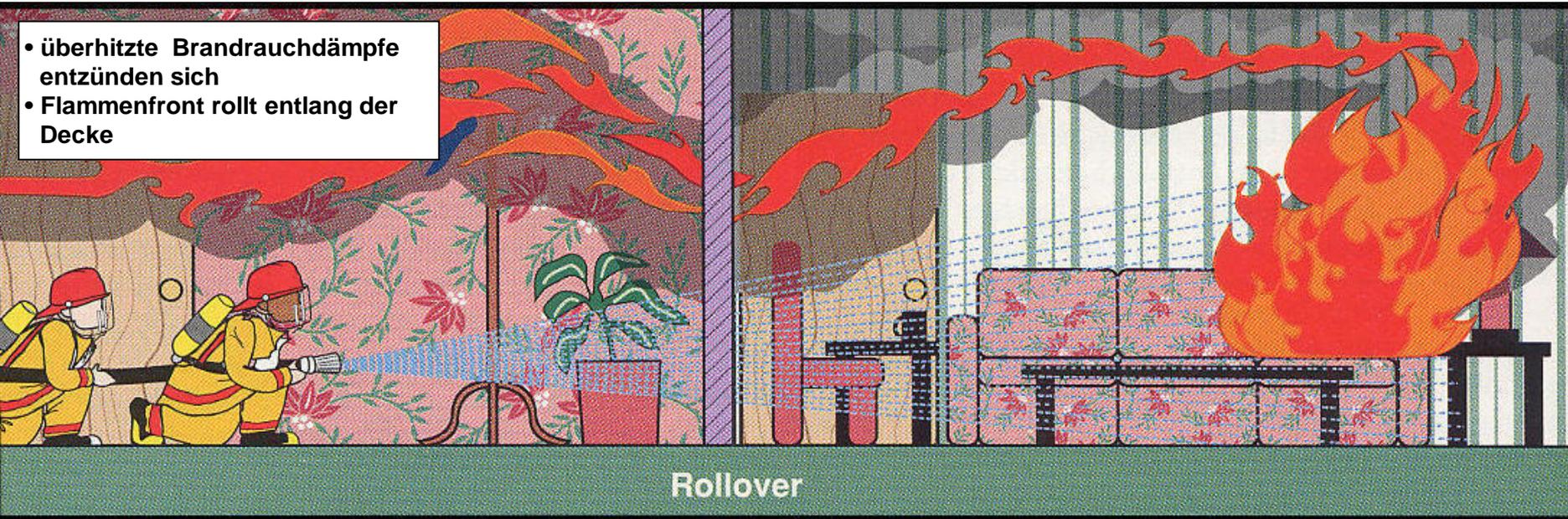
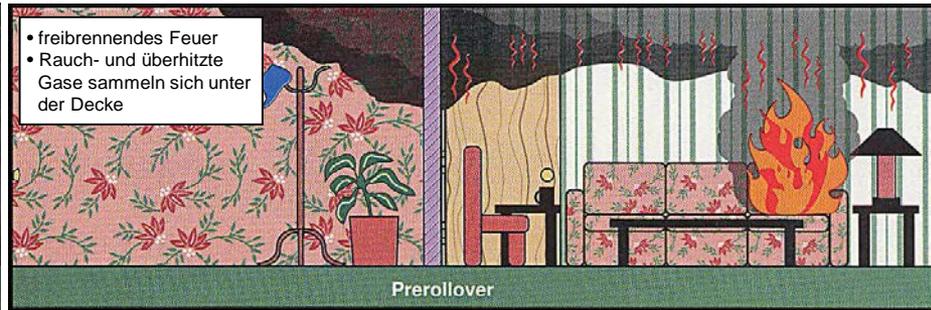
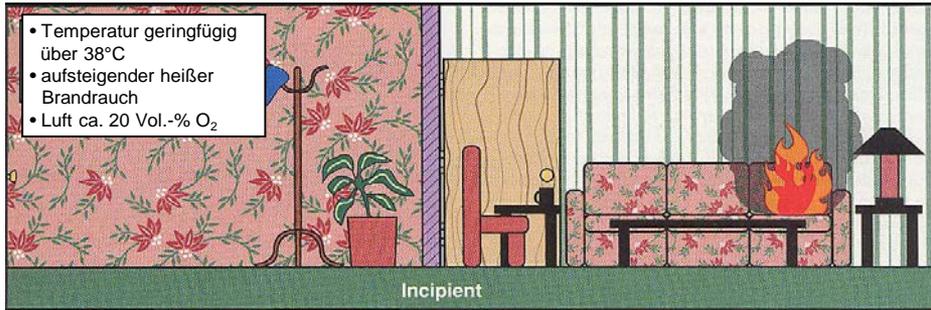
z. B. wenn Lithium-Ionen-Batterien entgegen der Hersteller-Empfehlung unbeaufsichtigt geladen werden.



## Schadensarten bei Explosionsdruckwellen

Maximale Druckamplitude der Druckwelle [bar]	Schadensart
0,01	Glasschäden an Gebäuden
0,03	Leichte Schäden an Bauwerksstrukturen
0,1	Schwere Schäden an Bauwerksstrukturen
0,17	Trommelfellverletzungen
0,6	Totale Zerstörung von üblichen Bauwerken
3	Tod durch Lungenriss

# Gefährdung von Feuerwehreinsatzkräften durch Rollover



Quelle: Wieder, M.A. et al.: Essentials of Fire Fighting, The International Fire Service Training Association, Fire Protection Publications, Oklahoma State University, 1992

Deutsche Übersetzung: KIT-FFB

# Beispiele für Rollover



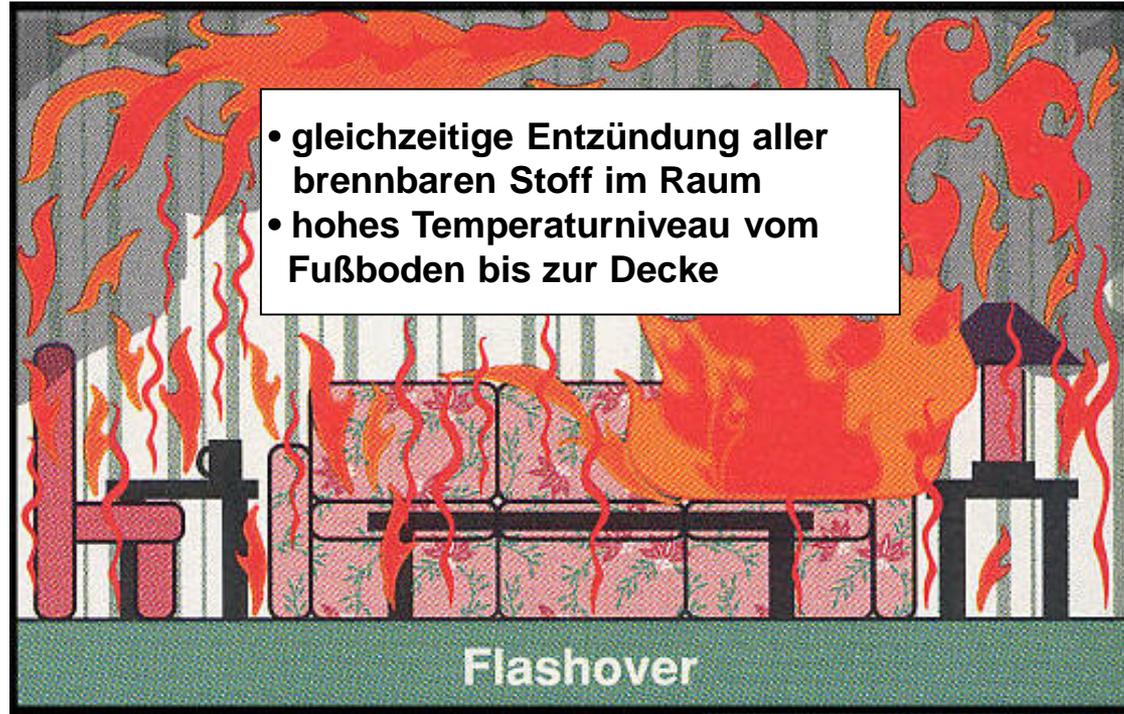
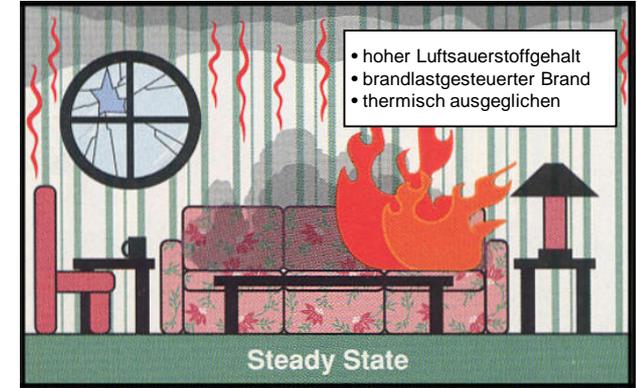
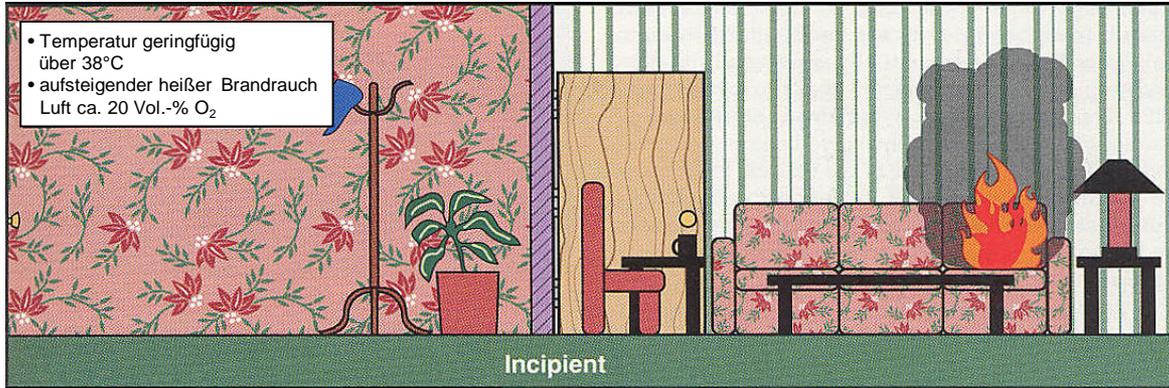
**Rollover**  
während eines Brandversuches an  
einem Industrieleichtdach an der FFB

Quelle: J. Kunkelmann, Flashover/Backdraft - Ursachen, Auswirkungen, mögliche Gegenmaßnahmen, KIT-FFB IMK Forschungsbericht Nr.130, <https://www.ffb.kit.edu/392.php>



**Rollover**  
in der Brandübungsanlage der  
Feuerwehr Karlsruhe,  
Bild: KIT-FFB

# Gefährdung von Feuerwehreinsatzkräften durch Flashover



Quelle: Wieder, M.A. et al.: Essentials of Fire Fighting, The International Fire Service Training Association, Fire Protection Publications, Oklahoma State University, 1992

Deutsche Übersetzung: KIT-FFB

# Beispiel Flashover bei einem **Wohnzimmerbrand** (FFB)



## **Brandraum mit Wohnzimmereinrichtung vor dem Versuch**

Brandraum: 25 m<sup>2</sup>, Höhe: ca. 2,7 m, Öffnung: ca. 10 m<sup>2</sup>  
Brandlast: 500 kg Möbel



**Flashover** nach 12 min 18 s  
Deckentemperatur (zentral): **720°C**

**Vollbrand** nach 12 min 42 s (= + 24 s):  
Max. Wärmefreisetzung (Brutto): ca. 19 MW  
Deckentemperatur (zentral): **1120°C**

Siehe Videofilm auf der Webseite der Forschungsstelle für Brandschutztechnik

[https://www.ffb.kit.edu/download/De\\_r\\_Flashover\\_04-3.zip](https://www.ffb.kit.edu/download/De_r_Flashover_04-3.zip)

## **Brandraum nach der Brandbekämpfung**



Quelle: Brandversuch in der Brandversuchshalle der Forschungsstelle für Brandschutztechnik, Karlsruhe, 2004

# Der Flashover

## **Forschungsstelle für Brandschutztechnik**

an die Universität Karlsruhe (TH)

Hertzstraße 16

D-76187 Karlsruhe

Tel.: (+ 49) 0721 608 4473/4452

Fax: (+49) 0721 755467

[www.ffb.uni-karlsruhe.de/](http://www.ffb.uni-karlsruhe.de/)



© Forschungsstelle für Brandschutztechnik  
an der Universität Karlsruhe, 2006

Alle Urheber- und Leistungsschutzrechte bleiben vorbehalten.

# Gefährdungen durch Brandrauch und Sauerstoffmangel bei Bränden

- **Sauerstoff:** ≤ 12 Vol.-%: Sauerstoffmangelkrankheit: Kopfschmerzen, Gähnen, Konzentrationsmangel, rasche Ermüdbarkeit, Übelkeit, Sprachstörungen, Gangunsicherheit, Sehstörungen  
3 Vol.-%: baldiger Erstickungstod
- **Kohlendioxid:** MAK-Wert: 5000 ppm\*) (0,5 Vol.-%)  
3 - 4 Vol.-% (Kurzzeiteinwirk.): 300%ige Erhöhung der Atmung, leichtes Unbehagen  
5 - 6 Vol.-%: bei schnellem Anstieg der Konzentration: hämmernde Kopfschmerzen, Ohrensausen, Atemnot, Schweißausbruch, Ohnmacht  
12 - 15 Vol.-%: nach wenigen Minuten Atemstillstand, bewußtlos
- **Kohlenmonoxid:** MAK-Wert: 30 ppm  
800 ppm: Kopfschmerzen, Brechreiz, Schwindel nach 45 Min.  
1.600 ppm: Kopfschmerzen, Brechreiz, Schwindel nach 20 Min.  
3.200 ppm: Kopfschmerzen, Schwindel nach 5 - 10 Minuten, Bewußtlosigkeit und Tod nach 20 Minuten  
6.400 ppm: Kopfschmerzen, Schwindel nach 2 - 3 Min., Tod nach 10 - 15 Min.  
12.000 ppm: Tod nach 5 Minuten

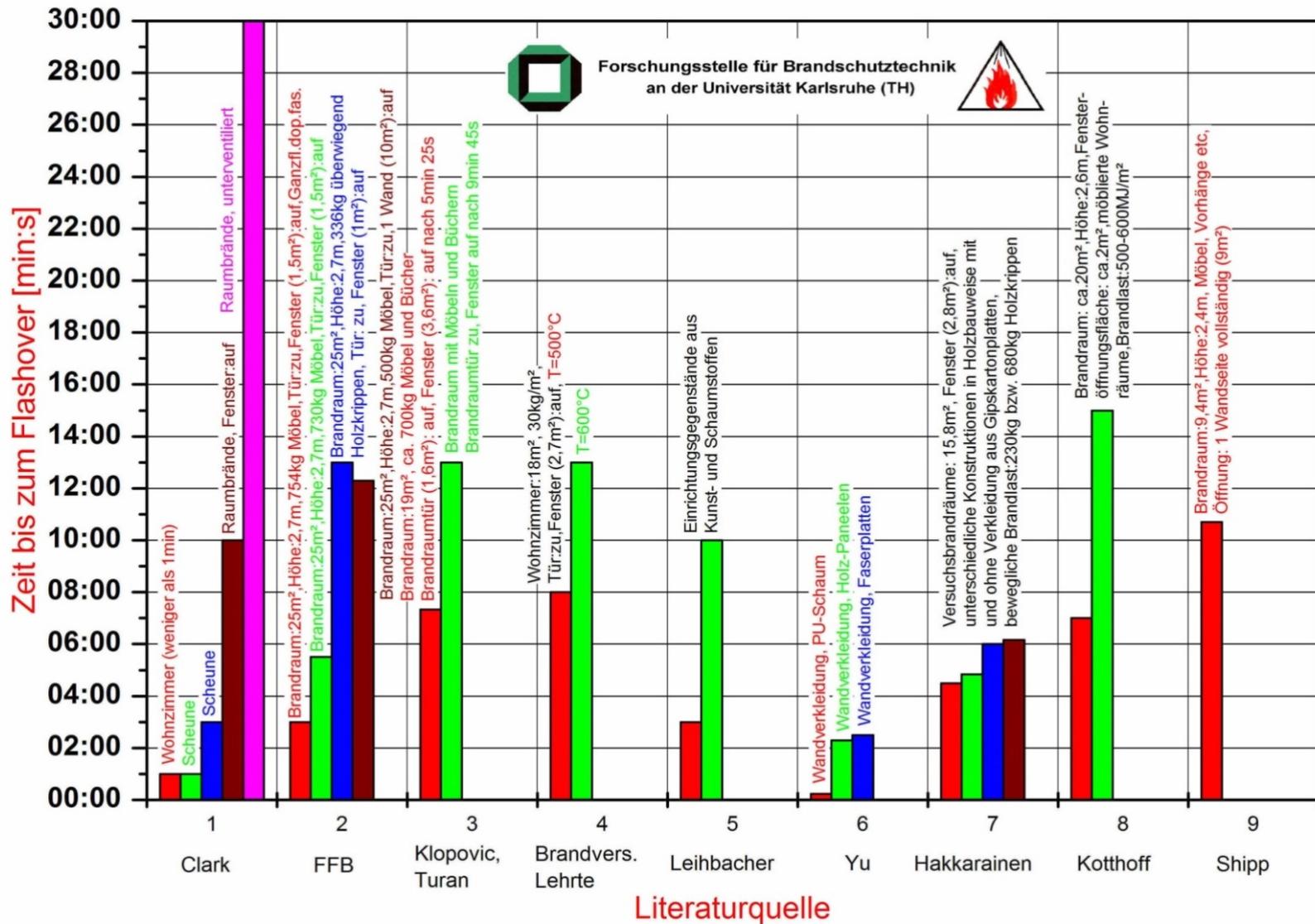
**Beispiel: Wohnzimmerbrand an der FFB** (Meßstelle: zentral, 1,5 m über dem Brandraumboden)

- Sauerstoff:** 12 Vol.% nach 2 min 40 s, 3 Vol% nach 4 min 42 s unterschritten
- Kohlendioxid:** 12 Vol.-% nach 3 min überschritten (Meßwert: max. ca. 200.000 ppm)
- Kohlenmonoxid:** 1.600 ppm nach 1 min 40 s, 3.200 ppm nach 2 min 25 s überschritten  
12.000 ppm nach 2 min 54 s überschritten (Meßwert: über 50.000 ppm)

**Die Gefahren durch die Brandrauchbestandteile Ruß, aromatische Kohlenwasserstoffe, Reizgase und sonstige Pyrolyseprodukte sind zusätzlich zu berücksichtigen. Wie diese Brandrauchbestandteile sowie die Sauerstoff-, Kohlendioxid- und Kohlenmonoxidkonzentration in ihrer Zusammenwirkung den menschlichen bzw. tierischen Organismus schädigen, ist bis jetzt unzureichend geklärt.**

\*) 1 Vol.-% = 10.000 ppm

Quelle: J. Kunkelmann, Flashover/Backdraft - Ursachen, Auswirkungen, mögliche Gegenmaßnahmen, KIT-FFB IMK Forschungsbericht Nr.130, <https://www.ffb.kit.edu/392.php>



**Flashover in einer Scheune nach ca. 1 min bis 3 min**

# Vorbeugender Brandschutz

## ■ **Baulicher Brandschutz**

- **alle Maßnahmen und Methoden des Brandschutzes bezüglich der Errichtung und Instandhaltung von baulichen Anlagen.**
- Ziel ist es, Brandentstehung, Brandausbreitung und Brandübertragung auf ein Mindestmaß zu reduzieren bzw. ganz zu verhindern
  - z.B. Flucht- und Rettungswege, Brandabschnitte, Baustoffe und Bauteile

## ■ **Technischer Brandschutz**

- **alle technischen Einrichtungen und Maßnahmen, die u.a. dazu beitragen, Brände frühzeitig zu erkennen und die Ausbreitung möglichst zu verhindern.**
- z.B. automatische Feuerlöschanlagen, Brandmeldeanlage, Rauchabzugsanlagen

## ■ **Organisatorischer Brandschutz**

- Erstellung eines **Brandschutzkonzeptes**.
- Planung von Flucht- und Rettungswegen.
- Konzeption einer **Brandschutzordnung**.
  - Objektbezogene Zusammenstellung von Regeln
- Ernennung eines **Brandschutzbeauftragten**.
- **regelmäßige Unterweisung** der Arbeitnehmer im Brandschutz.

**Musterbauordnung (MBO) / Landesbauordnungen (LBO)**

<https://www.feuertrutz.de/landesbauordnungen-bauordnungen-der-bundeslaender>

# Abwehrender Brandschutz

## Grundsatzpapier der Fachkommission Bauaufsicht <sup>\*)</sup>:

- Die Feuerwehr kann im Brandfall nur eine begrenzte Anzahl von Personen retten.
  - Die Anzahl der Personen, die von der Feuerwehr gerettet werden können, lässt sich nicht benennen, da die Umstände im Brandfall äußerst unterschiedlich sein können. (Hilfsfrist, Zeit der Brandentdeckung und -meldung, Brandentwicklung, Stärke der Feuerwehr, Mobilität der zu rettenden Personen usw.)
  - Die Feuerwehr kann in Sonderbauten mit vielen Menschen die Personenrettung nicht sicherstellen.
  - Die Feuerwehr ist darauf angewiesen, dass die Personen beim Eintreffen der Feuerwehr das Gebäude bereits weitgehend verlassen haben oder sich in sicheren Bereichen befinden.

**Durch die Ausgestaltung des ersten Rettungsweges ist die Personenrettung im Brandfall auf die Selbstrettung ausgelegt.**

**Die Rettung von Tieren ist unter den genannten Parametern problematischer.**

# **Vorbeugende Brandschutzmaßnahmen bei Stallanlagen und landwirtschaftlichen Betriebsgebäuden**

**Auswahl von Maßnahmen,  
damit es nicht zu einem Brand kommt**

## **Quelle:**

- Vorbeugender Brandschutz beim landwirtschaftlichen Bauen, KTBL-Heft 91, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt, 2010

# Brand- entstehungs- risiken

## Risikopotentiale erkennen und bewerten

- **Zündquellen:**
  - Defekte elektrische Geräte und Anlagen
  - Brandstiftung
  - offenes Feuer (Schmiedefeuer, Schweiß-, Schleif-, Trennschleif- sowie Löt- und Auftauarbeiten)
  - Sonstige Licht- und Wärmequellen,
  - Selbstentzündung (z.B. Heu)
  - Rauchen
  - Blitzschlag
- **Art- und Menge des brennbaren Materials**
  - Besonderes Gefahrenpotential: brennbare Flüssigkeiten und Gase
  - Eingelagertes Erntegut ist fast immer brennbar und meist leicht entflammbar
- **Stäube und Stauablagerungen in den Gebäuden**
- **Holzkonstruktionen** von landwirtschaftlichen Gebäuden
  - **Durch entsprechend dimensionierte Holzbauteile** lässt sich sehr leicht eine Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten für Tragkonstruktionen erreichen.
- **Stahlbauteile**
  - Bauteile fangen ab einer Temperatur von 500°C an zu fließen und führen zum Einsturz
  - Für Feuerschutzkräfte unberechenbar
  - Nennenswerter Feuerwiderstand lässt sich nur mit zusätzlichen Brandschutzmaßnahmen wie Verkleidungen oder Brandschutzanstrichen erreichen

## **Organisatorischer Brandschutz**

### **Vermeidung oder Minimierung von Brand- und Explosionsgefahren durch geeignete Maßnahmen**

- Organisatorischer Brandschutz ist ein wesentlicher Bestandteil von Brandschutzkonzepten.
- Beurteilung der Brandentstehungsrisiken
- Regelmäßige Überprüfung und ggf. Anpassung der Maßnahmen
- Wartung aller technischen Einrichtungen, die bei einem evtl. technischen Defekt ein hohes Brandrisiko darstellen.

### **Vorkehrungen und Handlungsabläufe**

- zur Verhütung von Bränden
- Rettung von Mensch und Tier
- Bekämpfung von Entstehungsbränden bis zum Eintreffen der Feuerwehr
- Alarm- und Einsatzpläne der Feuerwehr
- Realitätsnahe Übung unter Beteiligung der Feuerwehr um auch vorhandene Schwachstellen aufzudecken
- Regelungen und Hinweise zur Durchführung des organisatorischen bzw. betrieblichen Brandschutzes z.B.
  - Betriebssicherheitsverordnung
  - Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften und Unfallkassen
  - Arbeitsstätten-Verordnung
  - Richtlinien und Merkblätter der Sachversicherer

## Pläne für den Notfall

### Brandschutzordnung individuell auf den Betrieb zugeschnitten

- **Teil A:** enthält nur wenige Angaben und richtet sich an alle Personen
- **Teil B:** richtet sich an die Mitarbeiter, die sich nicht nur vorübergehend in dem Betrieb aufhalten.
- **Verhaltensregeln und Hinweise zu:**
  - Brandverhütung
  - Brand- und Rausausbreitung
  - Flucht- und Rettungswege
  - Melde- und Löscheinrichtungen
  - Verhalten im Brandfall
  - Art der Brandmeldung
  - Alarmsignale und Anweisungen
  - In Sicherheit bringen
  - Vorgehensweise bei der Brandbekämpfung
  - Besondere Verhaltensregeln
  - Feuerwehrpläne (nach DIN 14095)

## Brand-erkennung und -meldung

**Viele Brandmeldesysteme bereiten in landwirtschaftlich genutzten Gebäuden Schwierigkeiten, da die Detektoren durch Staub, Feuchtigkeit, aggressive und korrosive Dämpfe usw. relativ leicht verschmutzen und so zu Störungen und Fehlalarmen führen können.**

- Einsatz z.B. **spezieller Rauchansaugsysteme (RAS)** für landwirtschaftlich genutzte Gebäude

## Brand-bekämpfung von Entstehungsbränden

- **Technische Regeln für Arbeitsstätten - Maßnahmen gegen Brände** [ASR A2.2 /2022/, <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/ASR-A2-2.html>]
  - z.B. tragbare Feuerlöscher
  - Löschmittel (Wasser, Pulver, Schaum, CO<sub>2</sub>) richten sich nach den zu löschenden Materialien

## Ordnung und Sauberkeit

- **Landwirtschaftliche Betriebsstätten** dürfen **nicht als Abstellräume** für Hausrat, Sperrmüll und brennbare Abfälle fehlbenutzt werden
- Regelmäßige Entfernung von Staubablagerungen von elektrischen Anlagen und -geräten, maschinellen Einrichtungen und brennbaren Gebäudebestandteilen

## Offenes Feuer

- **Rauchverbot** in Ställen, Garagen und brandgefährdeten Lagern
- **Feuerstätten einschließlich Abgasrohre sowie Heizgeräte** und Trocknungsgeräte mit einer Oberflächentemperatur von  $< 120^{\circ}\text{C}$  müssen Mindestabstand von 2 m zu brennbaren Materialien haben.
- Bei **Wärmestrahlern** gilt Mindestabstand von 0,5 m sowohl zu Tieren als auch zu brennbaren Stoffen, sofern nach Herstellerangaben keine größeren Abstände erforderlich sind
- **Feuerarbeiten** im Zusammenhang mit Reparatur-, Montage- und Demontearbeiten wie Schweißen, Trennschleifen, Löten und Brennschneiden sollten – soweit möglich – nur in den dafür vorgesehenen Werkstattbereichen vorgenommen werden
- **Schweiß-, Schneid-, und Schleiffunken** können noch in Entfernungen von 10 m und mehr brennbare Stoffe entzünden.

## Brandstiftung

- **Wirksamster Schutz gegen Brandstiftung** ist ein auf die Situation des Betriebs angepasster Schutz gegen unbefugtes Betreten
  - solide Einfriedung des Betriebsgeländes,
  - Beleuchtung,
  - stabile Sicherung der Gebäude

# Elektrische Anlagen

## Errichtung und Betrieb nach den anerkannten Regeln der Elektrotechnik (VDE)

- Elektrische Anlagen dürfen nur durch eine **Elektrofachkraft** errichtet, geändert, geprüft, repariert oder ausgetauscht werden.
- **Elektrische Leitungen** sind zum Schutz von mechanischen Beschädigungen und Nagetierfraß **möglichst unter Putz oder auf offenen Kabeltrassen** zu verlegen.
- Empfehlung: Einbau von **Fehler-(FI)-Schutzeinrichtungen**
- **Maschinelle Einrichtungen wie Förder- und Trocknungsanlagen, Maschinen mit Elektro- oder Verbrennungsmotor** bergen besondere Gefahren:
  - Stark erhitzte Oberflächen, brennbare Gase und Dämpfe, Öle und Kraftstoffe sowie Überhitzung durch Reibung (heiß laufende Lager oder Rollen) können Ursache eines Brandes sein.

### Möglichen Maßnahmen:

- Unterbringung der Anlagen in eigenen, feuerbeständig abgetrennten Räumen
- Anbringung von Hitzeschutzschildern und Abschränkungen
- Drehzahlüberwachung (z.B. bei Fördereinrichtungen)
- Temperatur-Überwachungseinrichtungen
- Überlastschutzeinrichtungen
- Installation von Feuerlöschanlagen (Raum- und Objektschutz)
- Sofortmaßnahmen beim Austritt brennbarer Stoffe oder bei Überhitzung

## Explosions- gefahr

**Insbesondere in Güllelagern können ohne ausreichende Belüftung explosionsfähige Stoffgemische auftreten**

- Entsprechende **Belüftungsmaßnahmen**
- **Zündfunken vermeiden** (z.B. Umschalten der Lüftungsanlage sollte vor und nach dem Aufrühren erfolgen und nicht währenddessen)

## Biogas- anlagen

**Biogas ist nicht nur brennbar, sondern bei entsprechenden Konzentrationen auch explosiv**

- **Umfangreiche Maßnahmen zum Brand- und Explosionsschutz sind zu berücksichtigen.**
- **Regeln und Richtlinien:** z.B. TRGS 529: Tätigkeiten bei der Herstellung von Biogas

## Blitzschutz

**Blitzschutzeinrichtungen vorsehen insbesondere bei baulichen Anlagen**

- die ihre Umgebung wesentlich überragen
- die besonders brand- und explosionsgefährdet sind
- in denen viele Menschen oder Tiere zusammenkommen
- Blitzschutzanlage sollte regelmäßig kontrolliert werden
- Überspannungsschutz vorsehen

## Heu und Stroh

- **Sicherheitsabstände bei der Lagerung leicht entzündlicher Ernteerzeugnisse im Freien oder unter offenen Schutzdächern (offene Lagerung)**
  - z.B. nach bayerischer Verordnung über die Verhütung von Bränden (VVB)
    - **50 m:** zu Gebäuden mit nicht mindestens feuerhemmenden (F 30) Umfassungswänden oder weicher Bedachung, zu Wäldern, Moor- und Heideflächen,
    - **25 m:** zu anderen Gebäuden, zu anderen brennbaren Stoffen, zu öffentlichen Wegen und Plätzen, zu Hochspannungsleitungen.
- Einzelne Lagerstätten (Haufen) dürfen max. 1 500 m<sup>3</sup> Rauminhalt erreichen.
  - Das entspricht zum Beispiel 10 m Breite, 30 m Länge und 5 m Höhe.
- Haben mehrere Lagerstätten untereinander einen Abstand von weniger als 100 m, so dürfen alle Lagerstätten zusammen max. 1 500 m<sup>3</sup> Rauminhalt aufweisen.
- Nach den Versicherungsbedingungen einiger Versicherer ist zudem das Lagern von Ernteerzeugnissen unter Vordächern unzulässig.

# Selbstentzündung

**Heu, Stroh und andere Erntegüter sind nicht nur leicht entzündlich, bei nicht fachgerechter Lagerung können sie sich selbst entzünden.**

- Gefahr besteht vor allem, wenn **das Erntegut zu feucht oder mit Erde verunreinigt eingelagert** wird und die entstehende Wärme durch dichte Lagerung und ungenügende Belüftung nicht ausreichend abgeführt werden kann.

## Gegenmaßnahmen

- **Regelmäßige Überwachung der Temperaturentwicklung** bei gelagertem Heu im Innern **über einen Zeitraum von mindestens drei Monaten** um einen beginnenden Selbstentzündungsprozess frühzeitig lokalisieren zu können.
  - **Ab 70°C besteht akute Brandgefahr, die den sofortigen Einsatz der Feuerwehr erforderlich macht.**
  - **Überhitzte Heulager** dürfen von oben nur unter **besonderen Sicherheitsmaßnahmen** betreten werden => Gefahr des Einbrechens in den sogenannten „Glutkessel“ mit schlagartiger Brandentstehung durch die Zufuhr von Luftsauerstoff
- **Restfeuchtigkeit** sollte bei etwa **16 % Wassergehalt** liegen.
  - über 20%: Nachtrocknung
- **Verunreinigungen** wie z.B. Erde **bringen zusätzlich Feuchtigkeit und Mikroorganismen in das Erntegut bzw. Heulager** welches die mikrobiologische Umsetzung begünstigt.
- **Vermeidung stark verdichteter Stellen** durch gleichmäßiges Verteilen um Wärmestau zu vermeiden.
- **Nachträgliche Durchfeuchtung** von Heustöcken z.B. durch undichte Wände oder Dächer **verhindern**
- **Nicht optimal getrocknete Ballen nicht in der Mitte der Stapel einbauen, sondern gut zugänglich am Rand.** Evtl. Erwärmung dadurch leichter erkennbar.
- **Ballen, die längere Zeit ungeschützt dem Regen ausgesetzt waren,** dürfen nicht in einem Gebäude gelagert werden.
- **Heuballen nicht direkt auf feuchtem Boden lagern,** ggf. auf Paletten.
- Bei der Außenlagerung müssen **quaderförmige Großballen** besonders gut abgedeckt und vor eindringendem Wasser geschützt werden aufgrund einer relativ lockeren

## Lagerung von Brennstoffen, Kraftstoffen und brennbaren Gasen

Separate Brennstofflagerräume sind erforderlich, wenn in einem Gebäude oder Brandabschnitt mehr als folgende Brennstoffmengen gelagert werden:

- 10.000 l Holzpellets
- 15.000 kg sonstige feste Brennstoffe
- 5.000 l Heizöl oder Dieselmotorenkraftstoff oder
- 16 kg Flüssiggas in Behältern

**Brennstofflagerräume dürfen nicht zusätzlich für andere Zwecke genutzt werden.**

## Lagerung von Düngemitteln

Viele Düngemittel (Gruppe A, B, C, D) sind entsprechend der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) brandfördernde Stoffe bzw. können explosiv reagieren.

- **Richtlinien zur Lagerung** entsprechend der unterschiedlichen Stoffgruppen **von Düngemitteln sind zu beachten.**
- **Anforderungen an das Lagern, Abfüllen und die interne Beförderung ist zu beachten, wenn die Lagermenge 1.000 kg (Gruppe B, C, D) überschreitet.**
  - getrennte Lagerung von brennbaren Stoffen (Getreide, Stroh usw.)
  - Rauchverbot
  - Verbot des Umganges mit offenem Feuer, offenem Licht etc.

## Garagen und Maschinenhallen

Anforderungen an Einstellräume von Kraftfahrzeugen (auch Traktoren, LKW usw.) sind in den Garagenverordnungen der Länder geregelt, die zum Teil von der Muster-Garagenverordnung abweichen können.

- Bei **Kleingaragen bis 100 m<sup>2</sup> Nutzfläche** werden **keine Anforderungen an den Feuerwiderstand** von Wänden und Decken gestellt wenn das Gebäude nur als Garage genutzt wird.
- In **Kleingaragen darf Kraftstoff nur in Mengen bis 200 l Diesel. bzw. 20 l Benzin** in dicht verschlossenen, bruchsicheren Gefäßen gelagert werden.
- Bei **Mittel- und Großgaragen** bestehen **weitere Anforderungen**.
- In **anderen Räumen als Garagen dürfen Kraftfahrzeuge nur abgestellt werden**, wenn
  - dort keine Kraftstoffe gelagert werden und
  - keine Zündquellen oder leicht entzündliche Stoffe (Heu, Stroh, usw.) vorhanden sind.
- **Arbeitsmaschinen wie Mähdrescher, Häcksler und Radlader dürfen außerhalb von Garagen**, also etwas in einer Maschinenhalle, **untergestellt werden**.

## Photovoltaik- anlagen

### PV-Anlagen lassen sich im Brandfall nicht einfach ausschalten.

- Auch durch **Umlegen des Hauptschalters** für die gesamte elektrische Anlage bleibt im Bereich zwischen Solarzellen und Wechselrichter eine **Gleichspannung von bis zu 1.000 V**.
- **Maßnahmen zur künstlichen Verdunklung wie Abdecken oder Einschäumen** der Solarmodule haben sich als **nicht praktikabel** erwiesen.
- Beim Löschen von unter Strom stehenden Anlagen sind die Einsatzkräfte der **Gefahr durch Stromschlag** ausgesetzt.
- Wenn Stromabschalten nicht möglich müssen entsprechende **Abstände zwischen Stromquelle und Löschwasser eingehalten** werden.
  - Bei großflächigen Solarstromanlagen kommt dies unter Umständen einem kontrollierten Abbrennen lassen gleich.
- Werden zwischen den **Modulflächen Abstände** eingehalten, in denen das Löschen möglich ist, erhöht sich die Chance, wenigstens einen Teil des Gebäudes zu retten.
- Um die Feuerwehr auf die Gefahren einer PV-Anlage hinzuweisen, sollte ein **Warnschild direkt auf dem Hausanschlusskasten für Strom** angebracht werden, da dieser von den Einsatzkräften in der Regel zuerst aufgesucht werden.
- Durch neuere technische Einrichtungen ist es möglich, den **Strom** von einer zentralen Stelle **per Fernschalter** direkt hinter dem Modul **auszuschalten**. Dadurch lässt sich der unter Strom stehende Bereich weiter einschränken.

## Brandursachenstatistik

(siehe IFS Kiel, Schadenprisma 3/2012, <https://www.ifs-ev.org/neue-feuerrisiken-in-der-landwirtschaft/>)

- am häufigsten: **elektrische Ursachen**
- am zweithäufigsten: **Brandstiftung**
- weitere: **Überhitzung und feuergefährliche Arbeiten**

## Brandgefährdung

- Zonen mit **feuergefährdeten Betriebsstätten** z.B.:
  - Lagerung von Heizöl, Kraftstoffe,
  - Futter, Heu oder Stroh, Düngemittel,
  - explosionsgefährdete Bereiche (Gefährdung durch Gase, Dämpfe oder Nebel bzw. brennbare Stäube),
  - Güllegas (Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Methan, Kohlendioxid)
  - Biogasanlagen
- **Elektrische Anlagen und elektrische Betriebsmittel** z.B.:
  - Heizstrahler, Photovoltaikanlagen (u.a. elektrische Installation, Wechselrichter), Batteriespeicher
- Versagen von **Nagelplattenbindern** bei Dachtragkonstruktionen

# Gefährdungsbeurteilung für landwirtschaftliche Betriebe - 2

- **Brände breiten sich in landwirtschaftlichen Gebäuden oft schnell aus.**
- Durch die **Mechanisierung vieler Prozesse ist immer weniger Personal** in landwirtschaftlichen Betrieben vorhanden.
  - **Gefahrensituation oder Entstehungsbrand kann lange Zeit** insbesondere außerhalb der Betriebszeiten des Hofes **unbemerkt** bleiben.
- **Oft ungünstige Lage außerhalb oder am Rande von Gemeinden:**
  - erhöhte Anfahrtszeiten für die Einsatzkräfte,
  - ggf. schlechte Zufahrten,
  - oft unzureichende Löschwasserversorgung.
- Die **Hilfsfrist bzw. Eintreffzeit der Feuerwehr** ist bei landwirtschaftlichen Betrieben mit Massentierhaltungen hierdurch **nur schwer einzuhalten.**

# Gefährdungsbeurteilung für landwirtschaftliche Betriebe - 3

## ■ Rettungswege:

- **Personen:** Idealerweise auf **Selbstrettung ausgelegt.**
- **Tiere:** **Umsetzung dieses Rettungszieles ist hier wesentlich schwieriger.**

## ■ **Mögliche Gefahren für das Einsatzpersonal aus dem Umgang mit den Tieren** wenn der Stall noch nicht geräumt ist, wenn die Feuerwehr eintrifft.

- **Erfahrung der Rettungskräfte bzw. der Feuerwehreinsatzkräfte im Umgang mit Tieren ist erforderlich.**

## ■ **Rettung der Tiere:** erheblicher Zeitaufwand

- Z.B. Rettung eines Schweines unabhängig von der Anzahl der Helfer:

0,3 – 0,6 min => **100 Schweine: ca. 45 min**

- Aufgrund der Größe der landwirtschaftlichen Betriebe mit Intensivtierhaltung ergeben sich **häufig** baurechtlich **Sonderbauten mit einer Grundfläche des Geschosses von mehr als 1.600 m<sup>2</sup>** (bzw. 10.000 m<sup>3</sup> Rauminhalt)
  - **Brandschutzkonzept in der Regel erforderlich** wenn
    - von baurechtlichen Anforderungen abgewichen werden soll und daher
    - entsprechende Kompensationsmaßnahmen erforderlich sind.

# Gefährdungsbeurteilung für landwirtschaftliche Betriebe - 5

**Einige Bundesländer in Deutschland wie Nordrhein-Westfalen, Bayern, und Hessen sowie Versicherungen** haben **Fachempfehlungen und Richtlinien** erarbeitet.

■ Hier finden sich **brandschutztechnische Maßnahmenpakete**, wenn z.B. bei Stallbaumaßnahmen 1.600 m<sup>2</sup> (bzw. 10.000 m<sup>3</sup> Rauminhalt) überschritten werden wie:

- Bei **brandbedingtem Einsturz eines Brandbekämpfungsbereiches** dürfen die angrenzenden Gebäudeteile bzgl. ihrer **Standsicherheit** nicht beeinträchtigt werden.
- **Mindestabstände zwischen den Gebäuden (mindestens 10 m)**
- **Brandlastfreie Überdachung zwischen Stallgebäude und Bergehalle**
- **Flucht- und Rettungstüren zur schnellen Rettungsmöglichkeit der Tiere** und zur Verbesserung des Löschangriffs.
- **Brandabschnittsbildende Wände bzw. brandschutztechnische Abtrennungen** zwischen Wirtschaftsgebäuden, Wohnhaus, Technikräumen, Werkstätten und Garagen
- **Räume mit erhöhter Brandgefahr mit entsprechenden Schutzeinrichtungen** z.B. bei Heizungs- und Brennstofflager
- **Überspannungsschutzmaßnahmen** (auf den Betrieb angepasst)
- **Blitzschutzanlagen**

# Gefährdungsbeurteilung für landwirtschaftliche Betriebe - 6

- **Je früher ein Brand erkannt wird**, desto **einfacher** ist die **Brandbekämpfung** und desto **mehr Zeit** steht für die **Evakuierung der Tiere** zur Verfügung.
- Eine **frühe Branddetektion durch automatische Brandmelder**, die auf die **speziellen Bedürfnisse und Bedingungen der landwirtschaftlichen Betriebe** (Staub, Verschmutzung, Korrosion, Feuchtigkeit) abgestimmt sind, sind hierbei von großem Vorteil.
  - Die **Überwachung der Luftqualität und Temperatur in geschlossenen Ställen** mit ggf. Alarmierung des Betreibers oder dessen Mitarbeiter stellt aus brandschutztechnischer Sicht im übertragenen Sinn eine **Vorform einer Brandmeldeanlage** dar.
  - **Viele** moderne **Massentierställe** werden **kameraüberwacht**, damit weniger Personal für die Versorgung und Kontrolle der Tiere erforderlich ist.
    - **Automatische Auswertung von Kameraaufnahmen** kann dazu dienen, einen **Brand in der Entstehungsphase erkennen**.

# Gefährdungsbeurteilung für landwirtschaftliche Betriebe - 7

- Durch den Einsatz z.B. einer Sprinkler-, Sprühwasser- oder Wassernebellöschanlage in landwirtschaftlichen Betrieben wäre mit großer Wahrscheinlichkeit mit einem guten Schutzeffekt zu rechnen.
- Allerdings ist diese mit hohen Investitions- und Wartungskosten verbunden. Ihr Einbau wird bereits deshalb wohl kaum in Frage kommen.

# Literatur

/1/ Kunkelmann, J.: Effektiver, effizienter und wirtschaftlicher Brandschutz bei Massentierhaltung

- Rechtliche Grundlagen
- Aufbau landwirtschaftlicher Gebäude mit Massentierhaltungen
- Verhalten von Nutztieren im Brandfall
- Brandereignisse
- Brandschutztechnische Aspekte

Forschungsbericht Nr. 178, KIT-FFB, Karlsruhe, 2012, <https://www.ffb.kit.edu/392.php>

/2/ Kunkelmann, J.: Flashover/Backdraft - Ursachen, Auswirkungen, mögliche Gegenmaßnahmen

Forschungsbericht Nr.130, KIT-FFB, Karlsruhe, 2003, <https://www.ffb.kit.edu/392.php>

/3/ Vorbeugender Brandschutz beim landwirtschaftlichen Bauen,

KTBL-Heft 91, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt, 2010

/4/ Vorbeugender baulicher Brandschutz bei landwirtschaftlichen Betriebsgebäuden - Rinderhaltung.

Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V., Arbeitsgruppe „Brandschutz“, Freising, 2013

/5/ Planungshilfe zum Brandschutz bei Stallanlagen und landwirtschaftlichen Betriebsgebäuden in Hessen.

Arbeitsgemeinschaft für Rationalisierung, Landtechnik und Bauwesen in der Landwirtschaft Hessen e. V., Arbeitsausschuss Brandschutz, Kassel, 2013

/6/ Fachempfehlung zum Brandschutz in Stallanlagen

Positionspapier des Verbandes der Feuerwehren in NRW e.V., Wuppertal, 2015

/7/ VdS 2242 - Sicherheitsvorschriften für die Landwirtschaft

VdS Schadenverhütung GmbH, Köln, 2013

/8/ VdS 3453 - Brandschutz im landwirtschaftlichen Betrieb

VdS Schadenverhütung GmbH, Köln, 2013

/9/ Peterbauer, C.: Großtierrettung – kräftig, schnell, unberechenbar, Blaulicht, 2/2023, S. 4 – 10

/10/ Fachkunde Elektrotechnik, 33. Auflage 2022, <https://www.europa-lehrmittel.de/Fachkunde-Elektrotechnik/30138-33>

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**