



# Heizen mit Holz

Aufbereitung – Lagerung – Verfeuerung

Prof. Dr. Thorsten Beimgraben

## Smog in Stuttgart: "Komfort-Kamine" bleiben kalt

Amt für Umweltschutz

Stuttgart, 13.01.2022

### **Allgemeinverfügung der Landeshauptstadt Stuttgart (LHS) zur Aufhebung des Betriebsverbots von Einzelraumfeuerungsanlagen für feste Brennstoffe (Komfort-Kamine)**

Die LHS erlässt aufgrund von § 2 Abs. 5 der Luftqualitätsverordnung-Kleinfeuerungsanlagen vom 31.1.2017 folgende

#### **Allgemeinverfügung**

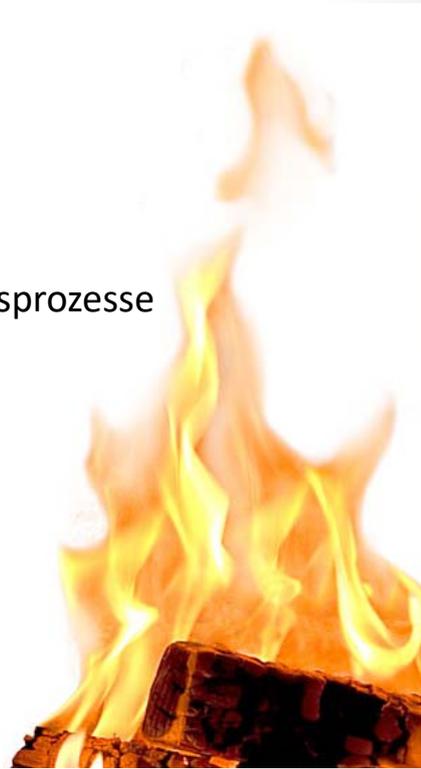
Das Betriebsverbot von Einzelraumfeuerungsanlagen für feste Brennstoffe (Komfort-Kamine) endet im gesamten Gemeindegebiet Stuttgart am **Samstag, 15.01.2022, 24 Uhr.**

Stuttgart, 13.01.2022

Heitkamp  
Stellvertretender Amtsleiter Amt für Umweltschutz

## Gliederung

- (un-) geeignete Brennstoffe
- Brennstofflagerung
- Verbrennungsprozess allgemein
- Richtig anfeuern
- Mögliche Folgen schlechter Verbrennungsprozesse
- Resümee



## ungeeignete Brennstoffe

- Zeitungen, Zeitschriften, Karton, Verpackungsmaterial
- Holz von Betrieben, Baustellen, Gebäuderenovierungen und Abbrüchen, Holzpaletten, Kisten
- Wer damit feuert, belastet die Umwelt und verstößt gegen das Umweltschutzgesetz!
- Außerdem schaden falsche Brennstoffe der Anlage
  - verschmutzt schneller
  - strahlt weniger Wärme ab
  - Korrosionsschäden → Reparaturen werden nötig
- Wer wirklich sparen will, verbrennt nur sauberes, naturbelassenes Holz



## Folgen „ungeeigneter“ Brennstoffe



## Warum ist mein Kamin oder meine Anlage verrußt/verpecht?

- **unvollständige Verbrennung:**
  - feuchtes Brennholz
  - Mangel an Verbrennungsluft
  - fehlender oder zu kleiner Wärmespeicher
  - zu starke Drosselung des Verbrennungsprozesses (Schwelbrand)
- **Unterkühlung der Rauchgase:**
  - Eindringen von Falschluff  
→ undichte Rauchrohre/ Kamine



## geeignete und ungeeignete Brennstoffe

- **trockenes Holz**
  - erkennen Sie am geringeren Gewicht
  - brennt sofort und gleichmäßig ohne zischen und pfeifen
  - bildet keine Wasserbläschen auf der Oberfläche
- **feuchtes Holz**
  - raucht und qualmt
  - viel Energie wird alleine bei der Trocknung verbraucht
  - Verbrennungstemperatur sinkt
  - Verbrennungsqualität nimmt ab (es bilden sich Russ und Schadstoffe)
  - Russ schlägt sich im Brennraum, in den Rauchzügen und im Kamin nieder
  - zusammen mit den feuchten Abgasen kann sich Glanzruß bilden, der sich nur sehr schwer wieder entfernen lässt
  - schlimmstenfalls kommt es zum Kaminbrand



## Kaminbrand



Quelle: Kreisfeuerwehrverband Nürnberger Land

# Kaminbrand



Quelle: feuerwehr-ostrau.de

Beimgraben | Heizen mit Holz | 18. Januar 2023



# Kaminbrand



Freiwillige Feuerwehr Münchberg  
Copyright © 2013

Beimgraben | Heizen mit Holz | 18. Januar 2023



## Kaminbrand



Bild: Feuerwehr Stadt Kronach

## Kaminbrand

Dienstag, 10. Januar 2017

### Schüler sammeln Christbäume ein

**Ergenzingen.** Zur Unterstützung ihrer diesjährigen Berlin-Studienfahrt sammeln wie jedes Jahr wieder Schülerinnen und Schüler der 9. Klasse der Ergenzinger Gemeinschaftsschule im Gäu Christbäume ein. Wer seinen Baum abholen lassen möchte, möge ihn am kommenden Samstag, 14. Januar, bis 9 Uhr gut sichtbar vors Haus stellen – abgeschmückt, ohne Lametta! Als Belohnung für ihre Dienste erwarten die Schüler/innen einen Beitrag von 2 Euro. Sollte ein Baum bis 14 Uhr nicht abgeholt worden sein, kann dies bis 15 Uhr unter der Hotline 0157/84046415 gemeldet werden.

### Kamin brannte in Seebronn

**Seebronn.** Kein größerer Schaden entstand bei einem Kaminbrand am Sonntagabend in einem Haus in Seebronn. Nur die Feuerwehr musste mit sechs Fahrzeugen und 35 Mann anrücken, um ein Übergreifen des Brandes auf das Gebäude zu verhindern. Im Kamin hatten sich Glanzruß-Ablagerungen vermutlich durch starke Hitzeentwicklung entzündet. Die Feuerwehr ließ den Kamin kontrolliert ausbrennen. Sie überwachte das Gebäude im Innern mit Wärmebildkameras, wie Seebronns Kommandant Fabian Thomas dem TAGBLATT berichtete, und löschte anschließend die glimmenden Rußreste, die vom Bezirksschornsteinfeger herausgeholt wurden.

## Kaminbrand - Folgen



Bild: Fritz Christ, Fuldaer Zeitung

## Brennstoff gut oder schlecht?

- **Gute Zeichen** sind:
  - lange Flammenbildung
  - kein oder kaum erkennbarer Rauch
  - weiße bis hellgraue feine Asche
- **Schlechte Zeichen** sind:
  - sichtbare Rauchbildung während des Abbrandes
  - in der Folge starke Rußablagerungen oder Teerrückstände im Brennraum, Rauchrohr oder Kamin
  - dunkelgraue bis schwarze Asche
- **Der Brennraum wird schwarz.** Was sind mögliche Ursachen?
  - zu feuchtes Brennholz
  - zu wenig Holz
  - zu kleines Feuer, der Brennraum wird nicht heiß
  - zu wenig Verbrennungsluft
- **Stichwort:** teurer Wasserschaden durch feuchtes Holz



## Schornsteindurchnässung

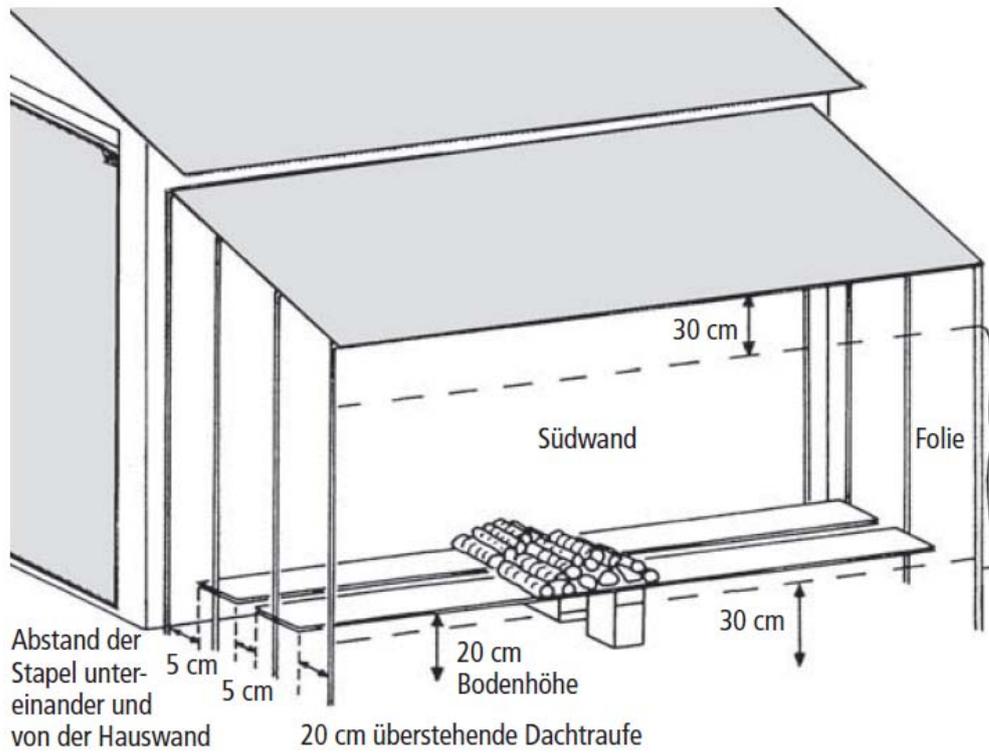


## Schornsteindurchnässung

- wenn Temperatur im Schornstein zu niedrig, dann kondensiert das Wasser schon im Kamin und durchnässt die Schornsteinwände → Kaminversottung
- bei gut lufttrockenem Holz liegt der Taupunkt bei 45°C
- bei feuchtem Holz wird diese kritische Grenze schon bei 60°C unterschritten
- Rauchgas muss vor dem Eintritt in den Schornstein noch heiß sein (bei schlechter Schornsteinisolierung heißer)
- → trockenes Holz
- → ausreichend heiße Verbrennung
- → gute Schornsteinisolierung



## Brennholzlagerung



## Gute Beispiele Brennholzlagerung



## Gute Beispiel Brennholzlagerung



## Gute Beispiele Brennholzlagerung



- an Hauswand möglichst Süd- oder Südostausrichtung
- sonst droht Wiederbefeuchtung durch Regenschlag



- Lochsteine als Grundelement
- dadurch auch gleich ausreichend Bodenabstand

## Beispiele Brennholzlagerung

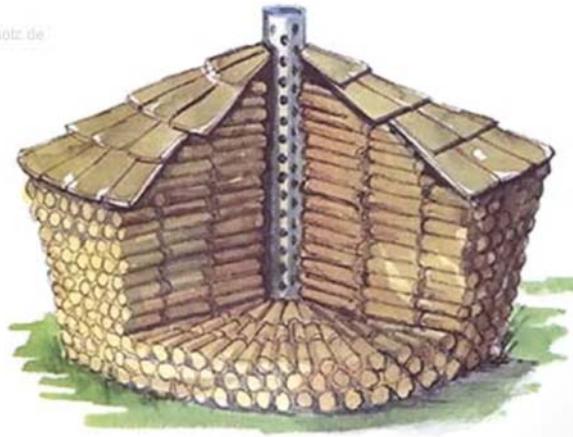


Foto: Jana BENNING

## Brennholzlagerung - so besser nicht!



- feuchte Senke im Wald ...

# Brennholzlagerung - so besser nicht!



- feuchte Senke im Wald ...

# Trocknungsverlauf Scheitholz

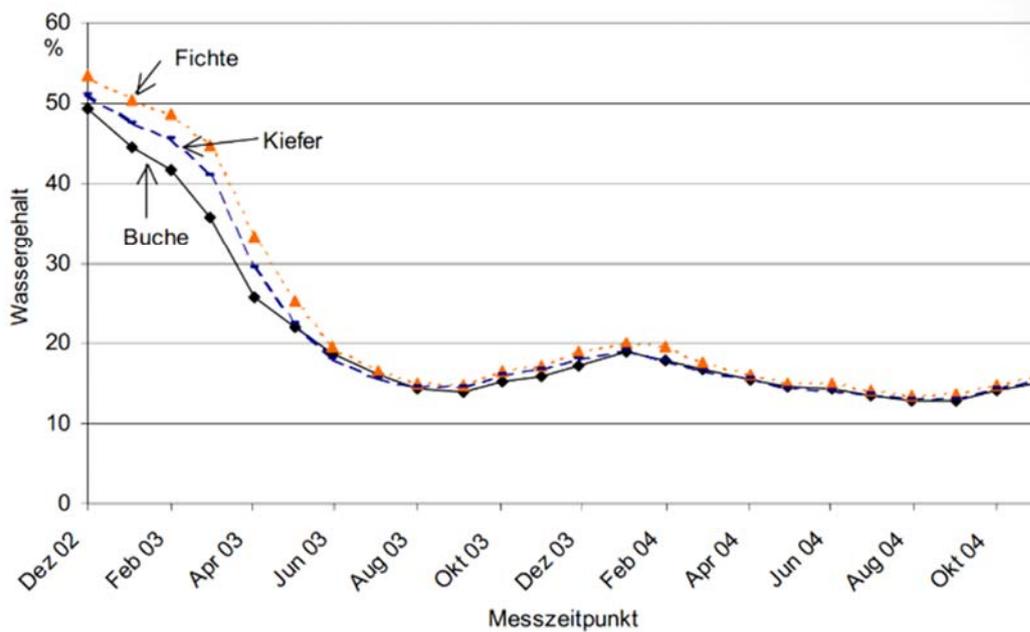


Abb. 77: *Wassergehaltsverlauf bei der Lagerung der verschiedenen Holzarten.  
Lagerart: außen, abgedeckt, gespalten, Standort: Freising*

## Brennholzlagerung

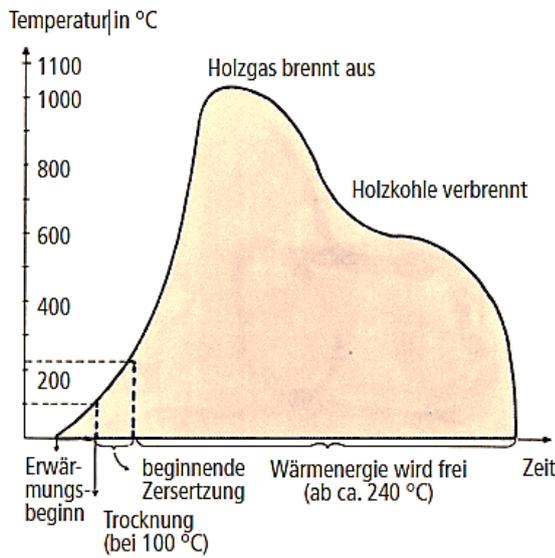
- Lagerdauer je nach Holzart und Lagerplatz
  - im Idealfall können 6 Monate reichen
  - sonnig, gut belüftet und vor Regen geschützt (Kuppen)
  - nicht an grundfeuchten Standorten (Senken/Dobel)
- nicht komplett mit Plastikfolie abdecken
- von der Seite und von unten sollte Luft ans Holz gelangen
- nicht direkt auf dem Boden, sondern auf einer Unterlage (mind. 20 cm Höhe)
- frisches Holz keinesfalls in geschlossenen Räumen lagern
- 2-3 Tage vor Gebrauch in der Nähe der Feuerungsanlage
- gespaltenes, kurzes Holz trocknet besser und vor allem schneller



## Heizwert von lufttrockenem Derbholz

Holzart	Heizwert von Derbholz		Holzart	Heizwert von Derbholz	
	kWh/rm	kWh/kg		kWh/rm	kWh/kg
Weißbuche	2.200	4,2	Weide	1.400	4,1
Rotbuche	2.100	4,2	Pappel	1.400	4,2
Eiche	2.100	4,2	Laubbäume im Mittel	<b>2.100</b>	<b>4,2</b>
Esche	2.100	4,2	Douglasie	1.700	4,4
Robinie	2.100	4,1	Kiefer	1.700	4,4
Birke	1.900	4,3	Lärche	1.700	4,4
Ulme	1.900	4,1	Fichte	1.600	4,4
Ahorn	1.900	4,1	Tanne	1.500	4,4
Erle	1.500	4,1	Nadelbäume im Mittel	<b>1.600</b>	<b>4,4</b>
			Brennholz im Mittel	<b>1.800</b>	<b>4,3</b>

# Stufen der Holzverbrennung

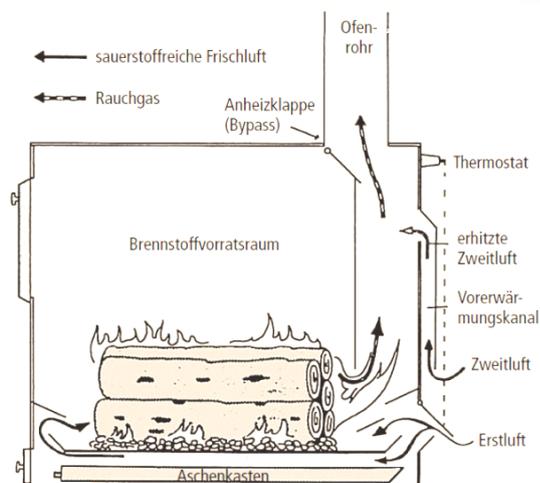


1. **Trocknen der Restfeuchte**
2. **Beginnende Zersetzung**
  - Moleküle fangen an, sich aufzuspalten
  - erste Gase werden ausgetrieben
3. **Holzgas entsteht**
  - bis ca. 225 °C endotherme Reaktion
4. **Wärmeenergie wird frei**
  - ab 260°C Wärmeüberschuss
  - exotherme Reaktion
  - bei ausreichend Sauerstoff: Flamme ist sichtbar
  - ohne ausreichend Sauerstoff entweichen die Holzgase ungenutzt!
  - bei 1000°C Flammentemperatur: vollständige Oxidation



# Holzfeuer braucht zweimal Luft

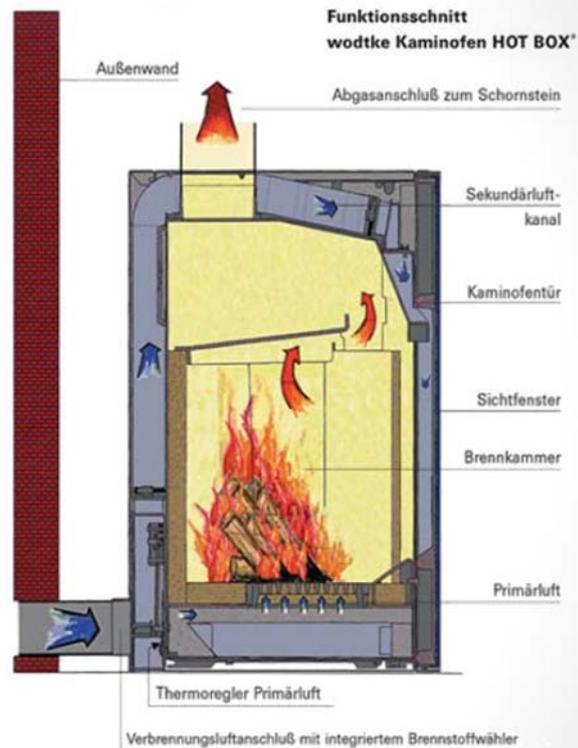
- 80% der Verbrennungsluft als „**Primärluft**“
  - sorgt für die Zersetzung der Holzbestandteile und die Holzgasbildung
  - für den Holzkohleabbrand notwendig
- 20% der Verbrennungsluft als „**Sekundärluft**“
  - in den Gasbereich der Holzgasflamme
  - sorgt für den vollständigen Ausbrand des Holzgases
  - muss möglichst hoch erhitzt den Holzgasflammen zugeführt werden → damit durch die Zweitluftzufuhr die Holzgasflammen nicht abgekühlt werden, weil sie dann nicht vollständig ausbrennen



Wie regelt man denn eigentlich die Temperatur eines Ofens?

# Holzfeuer braucht zweimal Luft

- heiße Gase vermischen sich leider nur sehr schlecht
- ideale Gasdurchmischung von sauerstoffreicher Luft und Holzgasen wird nicht erreicht
- deshalb mehr sauerstoffhaltige Luft zuführen, als rechnerisch notwendig  
→ „Luftüberschuss“
- ggf. thermostatgesteuert (Temperatur Rauchgase steuert Luftklappenöffnung)



# Temperaturregelung

- Achtung: Unterbrechen der Luftzufuhr stoppt Zersetzung nicht (Tempo wird nur etwas verringert → Wirkungsgrad verschlechtert sich ganz erheblich)
- bei Verringerung der Frischluftzufuhr oder Drosselung des Schornsteinzuges kann Holzgas nicht mehr vollständig ausbrennen
- besser: Wärmeleistung durch Brennstoffzufuhr regeln
- zu wenig Luft bringt Nachteile, zu viel Luft ebenso!
- wenn zu viel Luft zugeführt wird, muss dieses „Zuviel“ auch erwärmt werden und trägt Energie in Form heißer Luft durch den Schornstein nutzlos davon
- Frischluft von außen sollte, bevor sie in den warmen Wohnraum strömt, an Wärmeaustauschflächen des Ofens vorbeiziehen, damit sie als warme Frischluft in den Raum gelangt → das erhöht den Wohnkomfort

# Feinstaub

- Staubteile mit weniger als einem tausendstel Millimeter Durchmesser → kleiner als 1/10 vom Durchmesser eines Haares
- Staubmengen am niedrigsten wenn das Feuer ruhig und heiß brennt
- technische Lösungen ?
  - Keramikfiltern im Rauchgasstrom
  - Elektrofilter im Rauchgasstrom
- Investitionskosten für Sonde und Stahlrohr um 1500 € (+ Betriebskosten)



hark.de

# Feinstaub

## Feinstaubemissionen (PM 2,5)\*

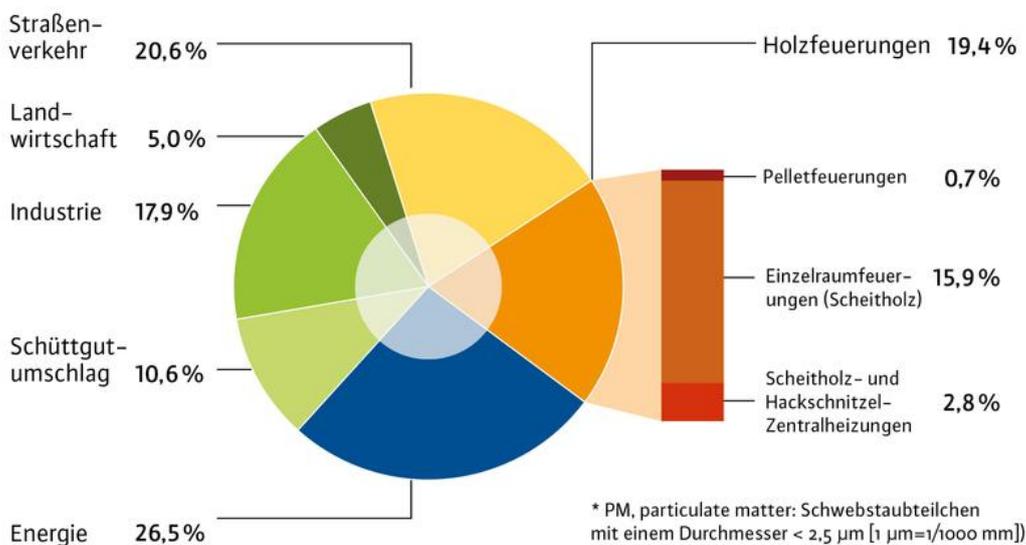


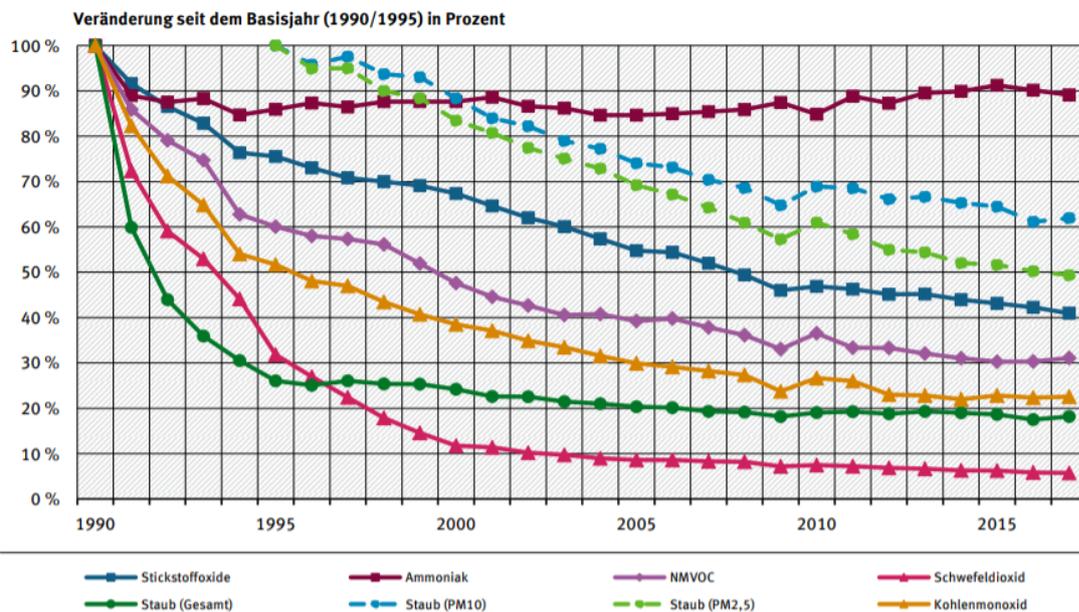
Abb. 1: Verursacher von Feinstaubemissionen (Quelle: Deutsches Pelletinstitut GmbH nach Umweltbundesamt 2019, Daten für 2017 (aus Basisdaten Bioenergie Deutschland 2021)).

## optimale Abgaswerte (hier: bionic fire)



## Rückgang von Luftschadstoffen

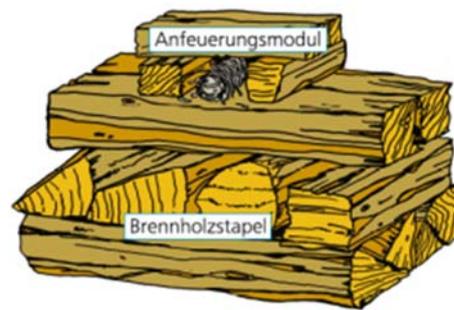
### Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe



Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2017 (Stand 02/2019)

## Maßnahmen, um Emissionen niedrig zu halten

1. Hauptforderung: Kesselkonstruktion, mit welcher hohe Temperaturen in der Brennkammer und damit hohe Flammentemperaturen erreicht werden können
2. Holzsortimente verwenden, welche für den Kessel geeignet sind
3. Beschickung und Betrieb so einrichten, dass eine vollständige Verbrennung mit nur geringer Schwelgasbildung erreicht wird



## Anfeuern „von oben“



## Anfeuern „von oben“



## Anfeuern „von oben“



## Anfeuern „von oben“



## Anfeuern „von oben“



## Anfeuern „von oben“

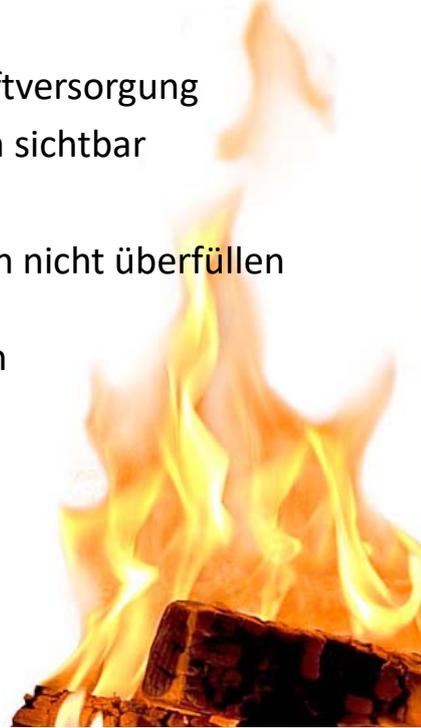


## Anfeuern „von oben“



## Resümee

- Anfeuern von OBEN, nicht von unten
  - trockenes, sauberes, gleichmäßig gespaltenes Brennholz
  - Scheite nicht zu groß oder zu klein
  - genügend Sauerstoff → ausreichende Luftversorgung
  - Luftklappen immer offen, wenn Flammen sichtbar
  - Nachlegen auf Glut, nicht auf Flamme
  - Feuerraum beim Anfeuern und Nachlegen nicht überfüllen
- Betriebsanleitung zur Anlage beachten

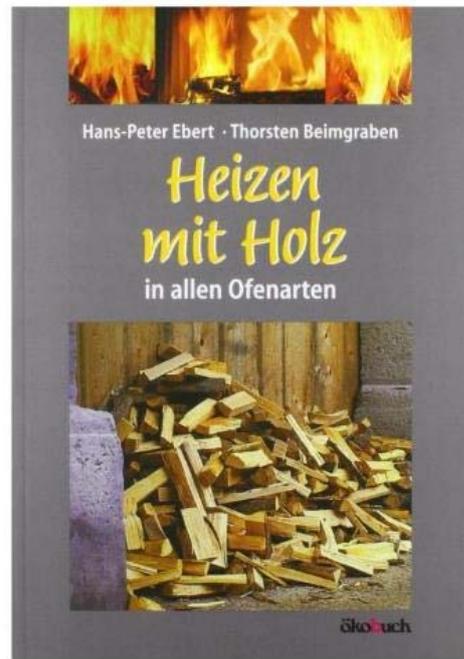


## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



## Weiterführende Hinweise

- LWF-Merkblatt 20 „Scheitholz – Produktion, Lagerung, Kennzahlen“ (<http://www.lwf.bayern.de/veroeffentlichungen/lwf-merkblaetter/mb-20-scheitholz.pdf>)
- Merkblatt "Richtig Anfeuern" (<http://www.fairfeuern.ch/fileadmin/filessharing/daten/Merkblatt.pdf>)
- Broschüre Umweltbundesamt ([www.umweltbundesamt.de/publikationen/heizen-holz](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/heizen-holz))
- Umweltämter der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein, Arbeitsgruppe Luft (<http://www.fairfeuern.ch>)
- Heizen mit Holz in allen Ofenarten (Hans-Peter Ebert, Thorsten Beimgraben; Ökobuch-Verlag Staufeu, 14. Auflage 2011)



## Heizen mit Holz - Spiel mit dem Feuer oder zündende Idee?

Datum: 23. Februar 2023

Beginn: 17:00 Uhr

Veranstaltungsort: Festhalle Rottenburg, Seebronner Str. 20, 72108 Rottenburg am Neckar

Veranstalter: Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg

