

Für Mensch & Umwelt

Willkommen zur

Schulung zum freiwilligen Ofenführerschein

Ort: NN

Trainer: NN

Autoren: Claudia Schön, Dr. Mirjam Müller, Tobias Ulbricht, Robert Mack, Dr. Hans Hartmann, Prof. Dr. Ingo Hartmann, Rico Eßbach, Christian Liesegang

Datum: NN

Version: 04.10.2024

Inhalte der Schulung / Agenda

- Motivation für den Ofenführerschein
- Feuerstätten für den häuslichen Gebrauch
- Klimaschutz und Luftreinhaltung
- Gesetzliche Vorgaben & Gütesiegel für Einzelraumfeuerstätten
- Grundlagen Verbrennungsprozess
- Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung
- Aufbau eines Kaminofens
- Schornstein
- Auswahl eines Kaminofens
- Brennstoff Scheitholz
- Betrieb eines Kaminofens

Inhalte der Schulung / Agenda

- **Motivation für den Ofenführerschein**
- Feuerstätten für den häuslichen Gebrauch
- Klimaschutz und Luftreinhaltung
- Gesetzliche Vorgaben & Gütesiegel für Einzelraumfeuerstätten
- Grundlagen Verbrennungsprozess
- Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung
- Aufbau eines Kaminofens
- Schornstein
- Auswahl eines Kaminofens
- Brennstoff Scheitholz
- Betrieb eines Kaminofens

Motivation für den Ofenführerschein

- Optimalere Brennstoffnutzung durch einfache Anwendung des Gelernten (Kosten!)
- Vermeidung von Schäden an der Feuerstätte (Kosten!)
- Einsparung von Brennstoff bei optimaler Verwendung des Kaminofens (Kosten!)
- Geringerer Wartungsaufwand (Kosten!)
- Einfachere Reinigung (Zeitersparnis!)
- Vermeidung von Bauwerksschäden (Schornsteinbrände) (Kosten!)
- **Korrektes Betreiben des Kaminofens schützt vor gesundheitlichen Schäden und vermeidet Nachbarschaftsbeschwerden wegen Geruchs- oder Staubbelästigung**

Inhalte der Schulung / Agenda

- Motivation für den Ofenführerschein
- **Feuerstätten für den häuslichen Gebrauch**
- Klimaschutz und Luftreinhaltung
- Gesetzliche Vorgaben & Gütesiegel für Einzelraumfeuerstätten
- Grundlagen Verbrennungsprozess
- Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung
- Aufbau eines Kaminofens
- Schornstein
- Auswahl eines Kaminofens
- Brennstoff Scheitholz
- Betrieb eines Kaminofens

Feuerstätten für den häuslichen Gebrauch

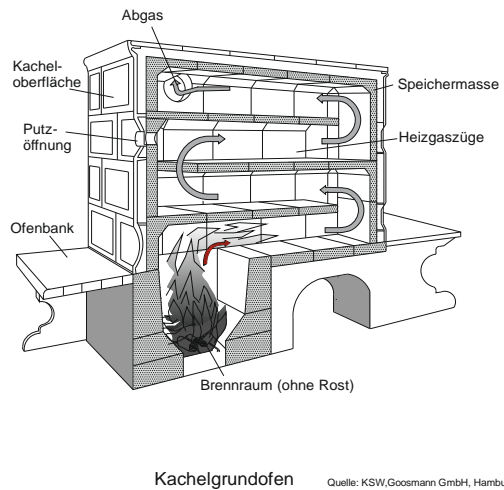
Feuerstätten für den häuslichen Gebrauch

Feuerstätten für den häuslichen Gebrauch können sein (Auswahl):

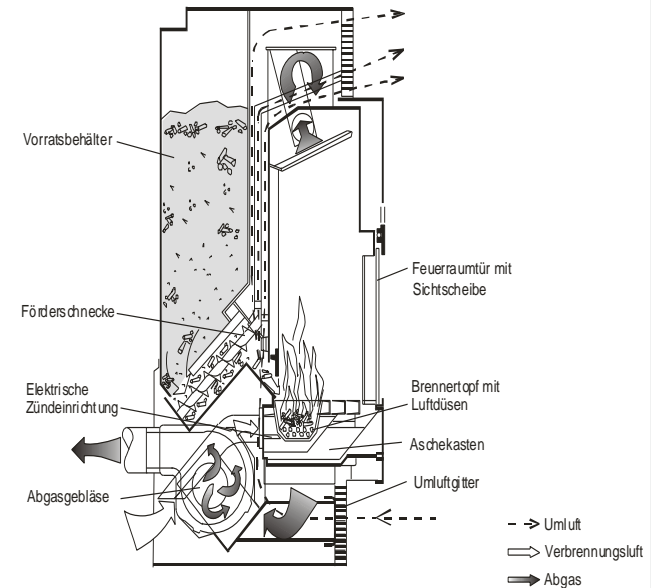
- Kaminofen
- Speicherofen / Grundofen
- Pelletofen



Quelle: Leonhard Büttner für TFZ



Quelle: Kaltschmitt 2016, Energie aus Biomasse (Abb. 12.14)



Quelle: Kaltschmitt 2016, Energie aus Biomasse (Abb. 12.3)

Mögliche Feuerstätten - Kaminofen

Kaminofen (Zusatzheizung, keine Brauchwassererwärmung):

→ **Schwerpunkt dieser Schulung**

- gelegentlicher Betrieb
- händisches Auflegen von Scheitholz
- mehrere Abbrände hintereinander möglich
- Abbranddauer einer Holzauflage sollte zwischen 40 und 50 Minuten liegen
- schnelle Wärmeabgabe
- geringes Wärmespeichervermögen
- häufig ohne Wassererwärmung, ist aber möglich
- Bisher meist ohne Stromanschluss
- Bei Neuinstallation/ Umbau oder Sanierung sollte eine Steckdose vorgesehen werden.

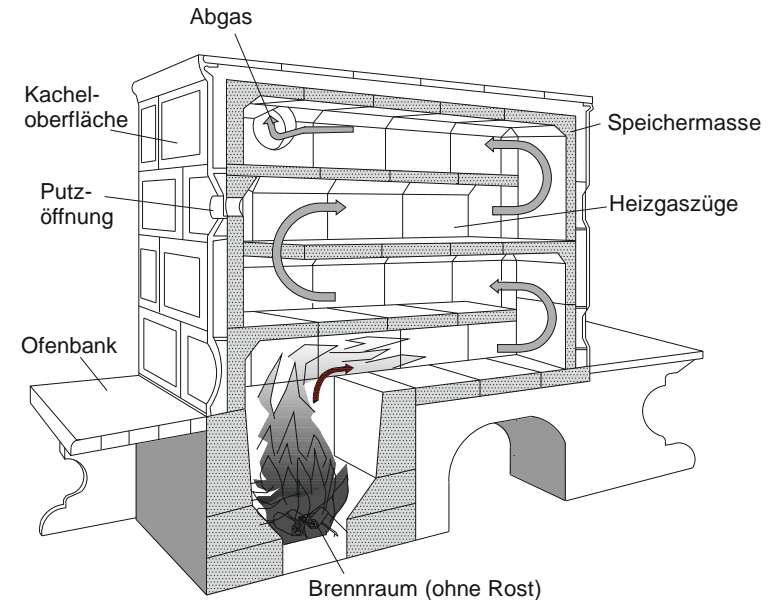


Quelle: Leonhard Büttner für TFZ

Mögliche Feuerstätten - Speicherofen/Grundofen

Speicherofen/Grundofen (Zusatzheizung, keine Brauchwassererwärmung):

- gelegentlicher Betrieb
- händisches Auflegen von Scheitholz
- Abbranddauer ca. 1,5 h mit anschließender Wärmeabgabe über 8 bis 10 h (Unterschied zum Kaminofen!)
- Wärmespeicherung und verzögerte Wärmeabgabe
- häufig ohne Wassererwärmung, ist aber möglich



Kachelgrundofen

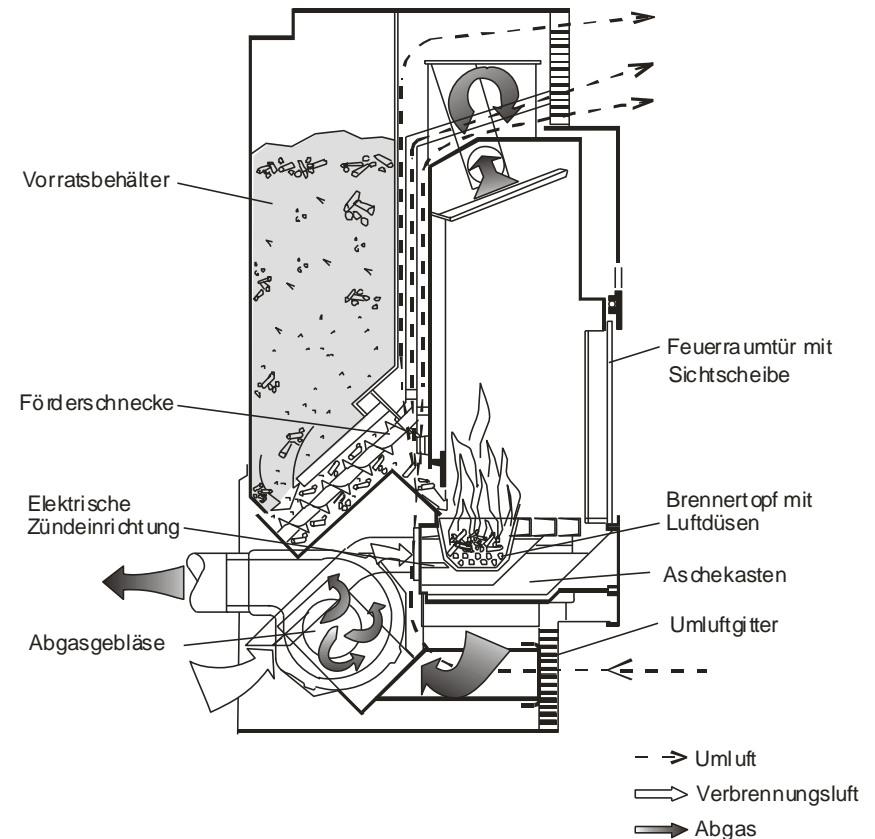
Quelle: KSW, Goosmann GmbH, Hamburg

Quelle: Kaltschmitt 2016, Energie aus Biomasse (Abb. 12.14)

Mögliche Feuerstätten - Pelletofen

Pelletofen (Zusatzheizung, keine Brauchwassererwärmung):

- gelegentlicher Betrieb
- automatische Brennstoffzufuhr
- schnelle Wärmeabgabe
- Regelung der Wärmeabgabe in gewissen Grenzen möglich
- häufig ohne Wassererwärmung, ist aber möglich
- Stromanschluss meist notwendig
- Genormter Brennstoff (ISO 17225 A1)
- Rauchgasaustritt in den Aufstellraum wie bei handbeschickten Öfen (z.B. Kachelöfen, Kaminöfen) wird durch automatische Brennstoffzufuhr vermieden



Quelle: Kaltschmitt 2016, Energie aus Biomasse (Abb. 12.3)

Inhalte der Schulung / Agenda

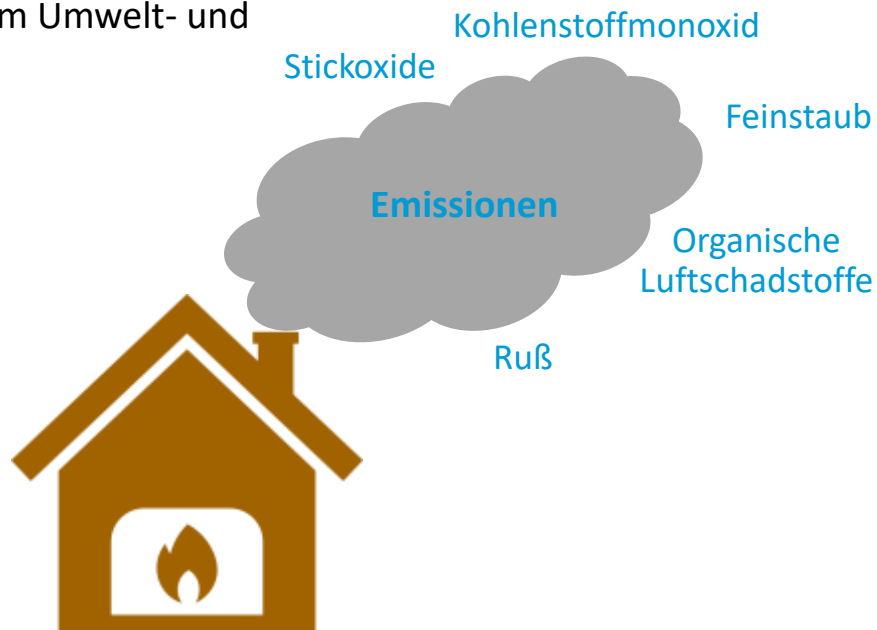
- Motivation für den Ofenführerschein
- Feuerstätten für den häuslichen Gebrauch
- **Klimaschutz und Luftreinhaltung**
- Gesetzliche Vorgaben & Gütesiegel für Einzelraumfeuerstätten
- Grundlagen Verbrennungsprozess
- Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung
- Aufbau eines Kaminofens
- Schornstein
- Auswahl eines Kaminofens
- Brennstoff Scheitholz
- Betrieb eines Kaminofens

Grundlagen Klimaschutz und Luftreinhaltung

Umwelt- und Gesundheitsschutz

- Schlechte Verbrennung erzeugt vermehrt ungewollte Treibhausgase und Luftschadstoffe.
- Diese wirken sich nicht nur negativ auf die Gesundheit, sondern auch auf das Klima aus.

→ Optimierung der Verbrennung kann zum Umwelt- und Gesundheitsschutz beitragen



Quelle: DBFZ

Klimaschutz

Treibhausgaswirkung verschiedener Treibhausgase

- Die Treibhausgaswirkung wird als CO₂-Äquivalent angegeben – Maß für relativen Beitrag zum Treibhauseffekt

Komponente	Treibhausgas	CO ₂ -Äquivalent
ist unvermeidbar	Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	1
sollte minimiert werden (entsteht bei schlechter Verbrennung)	Methan (CH ₄)	28
	Lachgas (N ₂ O)	265

- Eine unvollständige Verbrennung führt zu einer verstärkten Entstehung von Produkten der unvollständigen Verbrennung.
- Daher entstehen bei einer schlechten Verbrennung deutlich mehr treibhausgaswirksame Stoffe als bei einer hauptsächlichen Umsetzung des Brennstoffs zu CO₂.
- Diese haben negative Auswirkungen auf das Klima und auf die Gesundheit.

Umweltschutz / Luftreinhaltung - CO

Steckbrief – Kohlenstoffmonoxid (CO)

Eigenschaften /Allgemeines

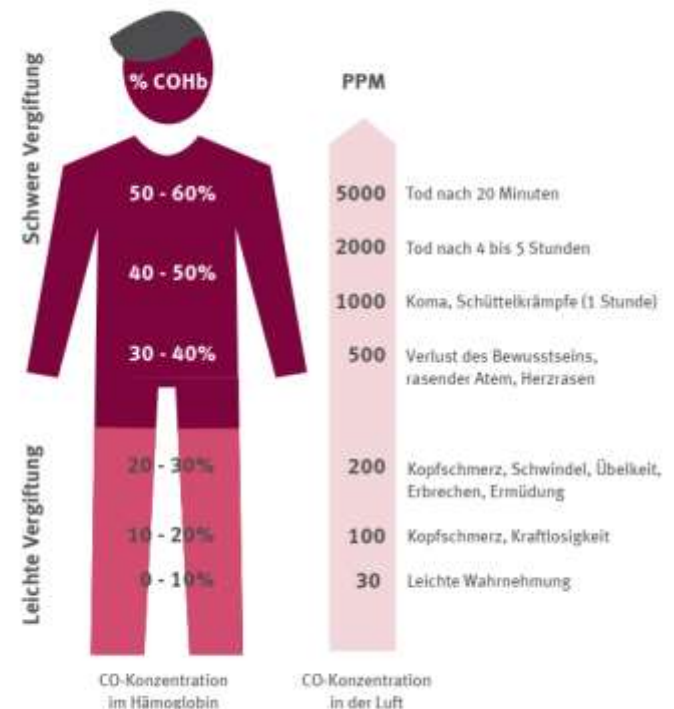
- farb-, geruch- und geschmackloses sowie toxisches Gas
- brennbar

Quellen

- Kraftfahrzeugverkehr, Industrieprozesse, Verbrennung

Schadwirkung

- Atemgift - verhindert Sauerstoffaufnahme im Blut → Beschwerden abhängig von der Dosis
- Besonders kritisch bei Personen mit Vorerkrankungen wie Herz-Kreislauf-Problemen sowie bei Föten
- Neben akuter Vergiftung, die zum Tod führen kann, können Folgeschäden auftreten - auch bei dauerhaft niedrigen CO-Konzentrationen → Übelkeit, Herzrasen, Kopfschmerzen, Benommenheit, Depressionen, negative Effekte auf Fötenentwicklung, Minderung der Lebenserwartung und respiratorische Erkrankungen



Quelle: Grafik co2online nach <https://www.bauredakteur.de/kohlenmonoxidvergiftung-ursachen-symptome-behandlung/>

Umweltschutz / Luftreinhaltung - PAK

Steckbrief – Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Eigenschaften / Allgemeines

- Stoffgruppe aus geschätzt 10.000 Verbindungen - treten immer als variable Gemische auf
- entstehen bei der unvollständigen Verbrennung von organischem Material wie Holz, Kohle oder Öl

Quellen

- Natürliche Quellen wie Waldbrände und Vulkanausbrüche
- Menschengemacht, wie Feuerungsanlagen, industrielle Prozessen, Feuerstellen oder Tabakrauch

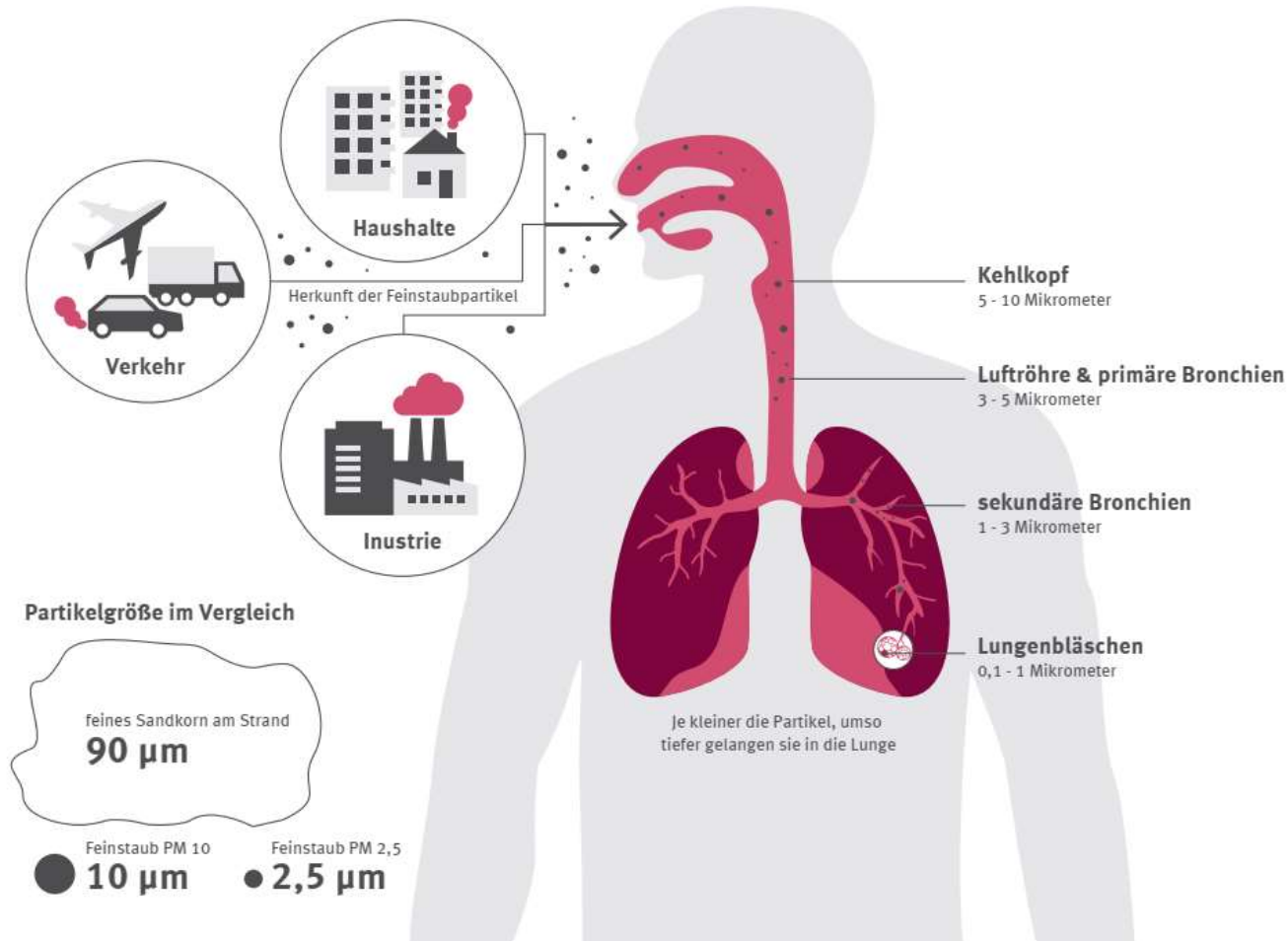
Gesundheitliche Wirkung

- Krebserregend
- Erbgutverändernd
- Fortpflanzungsgefährdend
- Toxisch
- Persistent und bioakkumulieren

→ Fast 90 % der PAK Emissionen in Deutschland stammt aus der Verbrennung von Holz in Kleinfeuerungsanlagen

Umweltschutz / Luftreinhaltung - Staub

Steckbrief – Partikel (organische Stoffe, mineralische Stäube, Ruß)



Quelle: Grafik nach <https://iaqip.wiki.fraunhofer.de/de/daten-und-fakten/partikel-in-der-innenraumluft.html>

Umweltschutz / Luftreinhaltung - Staub

Steckbrief – Partikel (organische Stoffe, mineralische Stäube, Ruß)

Eigenschaften / Allgemeines

- fester oder flüssiger Zustand
- Unterscheidung nach TSP (Gesamtstaub), PM_{10} ($d_p < 10 \mu m$: atembarer Staub), $PM_{2,5}$ ($d_p < 2,5 \mu m$: Feinstaub), Ultrafeine Partikel: $d_p < 0,1 \mu m$
- Primäre Partikel: direkt aus der Quelle
- Sekundäre Partikel: Entstehung durch komplexe chemische Reaktionen in der Atmosphäre aus gasförmigen Vorläufersubstanzen, wie Schwefel- und Stickstoffoxiden, Ammoniak oder Kohlenwasserstoffen

Quellen

- Verbrennungsprozesse, Industrieabluft, Kraftfahrzeugverkehr, Güterumschlag, Abriss, Straßen- und Bremsabrieb, Landwirtschaft

Schadwirkung

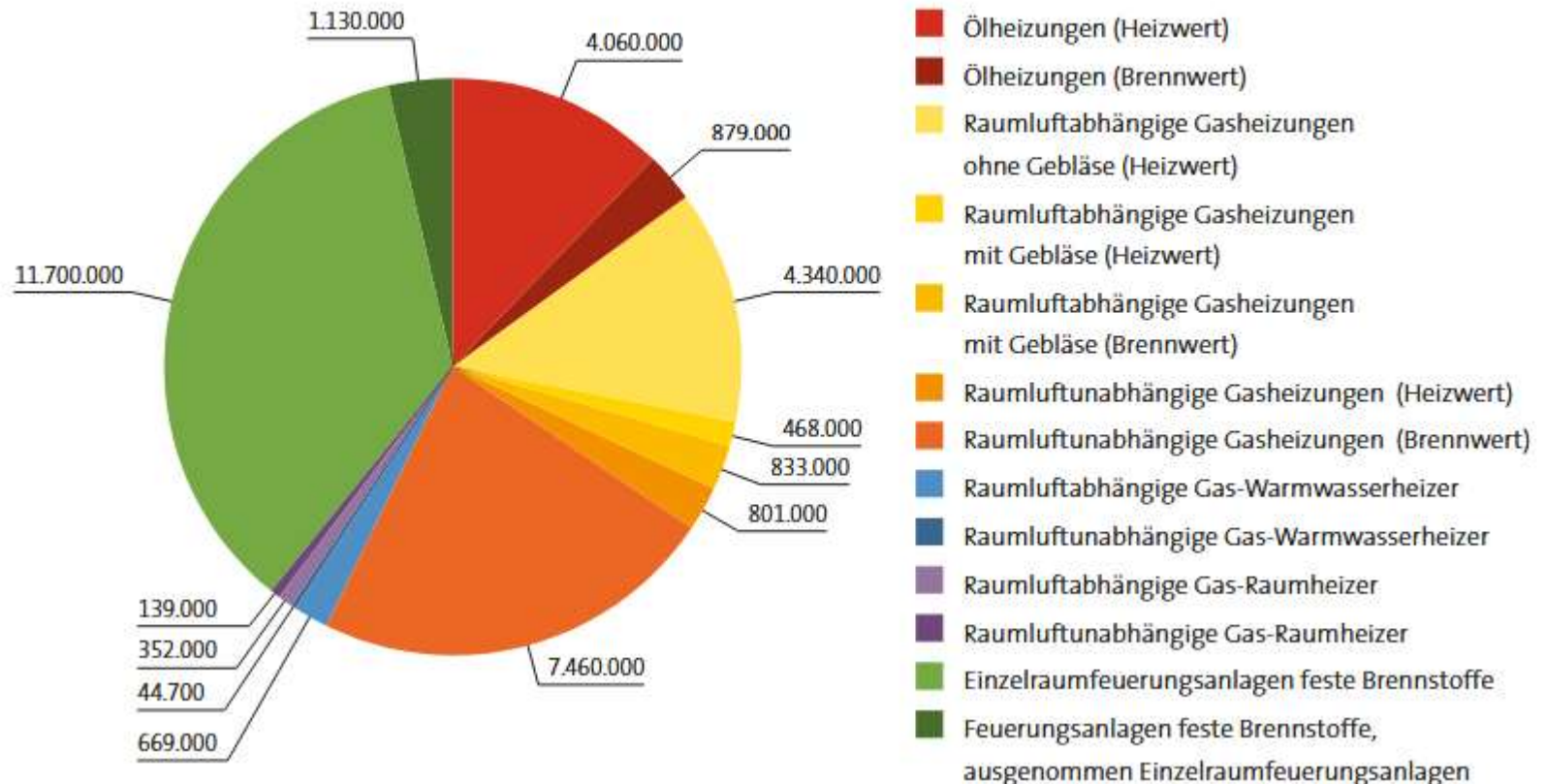
- Gesundheitliche Wirkung – Atemwegserkrankungen (bspw. Bronchitis, Asthma), Nasen- und Lungenkrebs, vorzeitige Sterblichkeit, Herz-Kreislaufkrankungen, Schlaganfall, verringertes Geburtsgewicht, Diabetes Mellitus Typ 2
- Rußpartikel beeinflussen das Klima (Wolkenbildung und Niederschlagsverhältnisse, Beschleunigung Eisschmelze in Arktis)

Feuerungsanlagen in Deutschland

Anzahl der Kleinfeuerungsanlagen In Deutschland

Quelle: Bericht Erhebungen des
Schornsteinfegerhandwerkes 2023
<https://www.schornsteinfeger.de/erhebungen.aspx>

Gesamtzahl der Feuerungsanlagen in Deutschland (Anzahl der Anlagen)

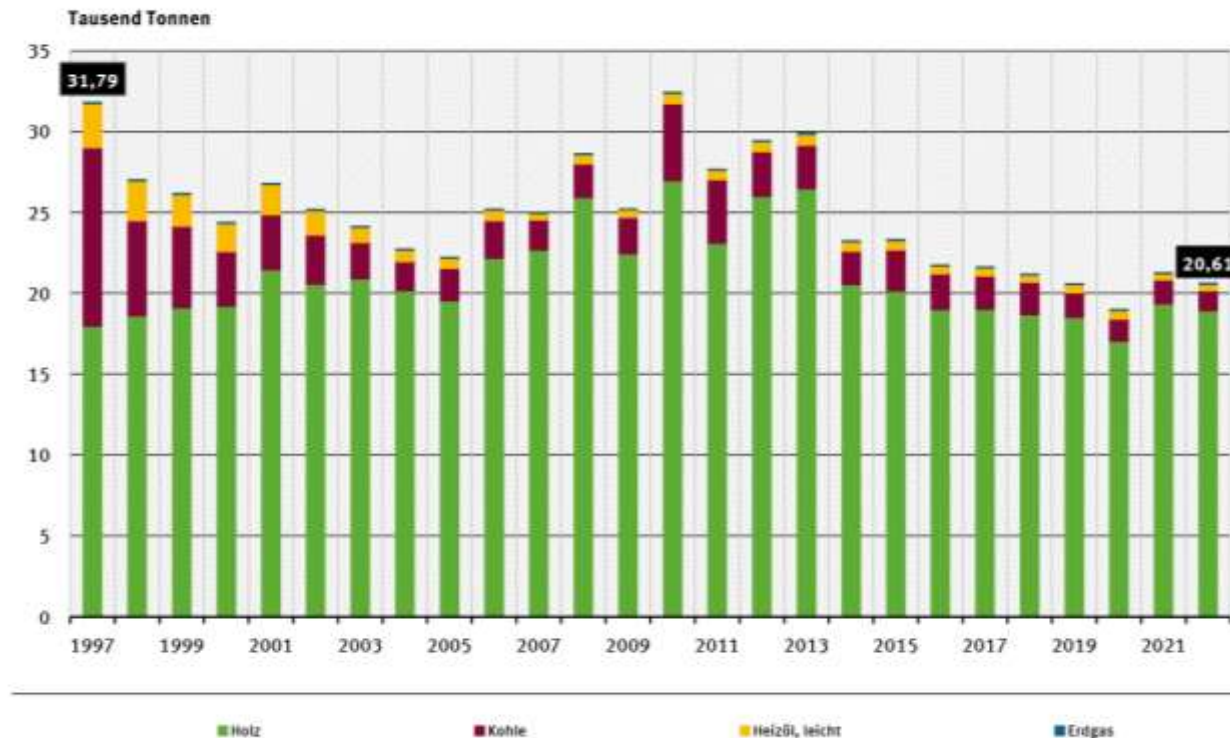


Schadstoffemissionen in Deutschland

Relevanz Kleinfeuerungsanlagen mit Brennstoff Holz

Quelle: Umweltbundesamt:
Emissionsdatenbank ZSE
(Stand: 04/2024)

Feinstaub-Emissionen (PM10) aus Kleinfeuerungsanlagen



Quelle: Umweltbundesamt, Zentrales System Emissionen (Stand 04/2024)

→ Holzbefeuerte Kleinfeuerungsanlagen erzeugen fast die gesamten Feinstaubemissionen aus häuslichen Feuerungsanlagen, obwohl sie nur rund 15% zur Wärmebedarfsdeckung beitragen!

Zusammenfassung

- **Das Abgas von Öfen und Feuerungsanlagen enthält Luftschadstoffe mit teilweise schädlicher Wirkung für Mensch und Umwelt.**
- **Bei der Verbrennung allgemein aber vor allem auch durch Fehlbedienungen entstehen Emissionen mit einem sehr hohen Treibhausgaspotenzial und Schadenspotenzial für Mensch und Umwelt.**

Inhalte der Schulung / Agenda

- Motivation für den Ofenführerschein
- Feuerstätten für den häuslichen Gebrauch
- Klimaschutz und Luftreinhaltung
- **Gesetzliche Vorgaben & Gütesiegel für Einzelraumfeuerstätten**
- Grundlagen Verbrennungsprozess
- Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung
- Aufbau eines Kaminofens
- Schornstein
- Auswahl eines Kaminofens
- Brennstoff Scheitholz
- Betrieb eines Kaminofens

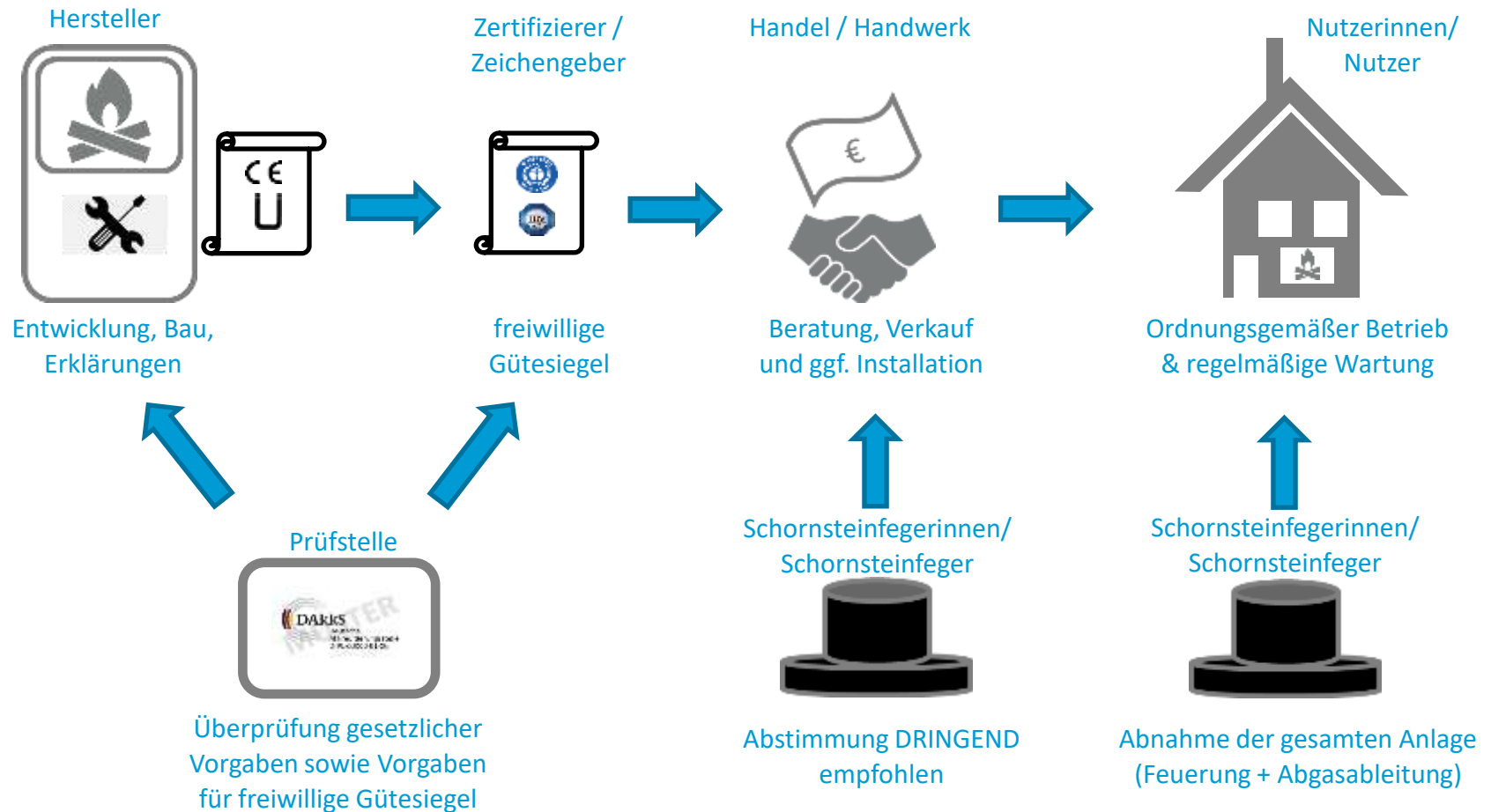
Gesetzliche Vorgaben & Gütesiegel Einzelraumfeuerstätten

Wiederholung / Einleitung

- Insbesondere bei unvollständiger Verbrennung, z.B. hervorgerufen durch Fehlbedienungen entstehen Emissionen mit einem sehr hohen Treibhausgaspotenzial und Schadenspotenzial für Mensch und Umwelt.
- Da ein fehlerhafter Ofen gefährlich werden kann, bestehen gesetzliche Regelungen zum Schutz von Mensch und Umwelt. Dies betrifft sowohl die Konstruktion, die Herstellung als auch den Betrieb der Feuerung.

Gesetzliche Vorgaben und Gütesiegel für Einzelraumfeuerstätten

Von der Herstellung Eines Kaminofens bis zum Betrieb Zuhause



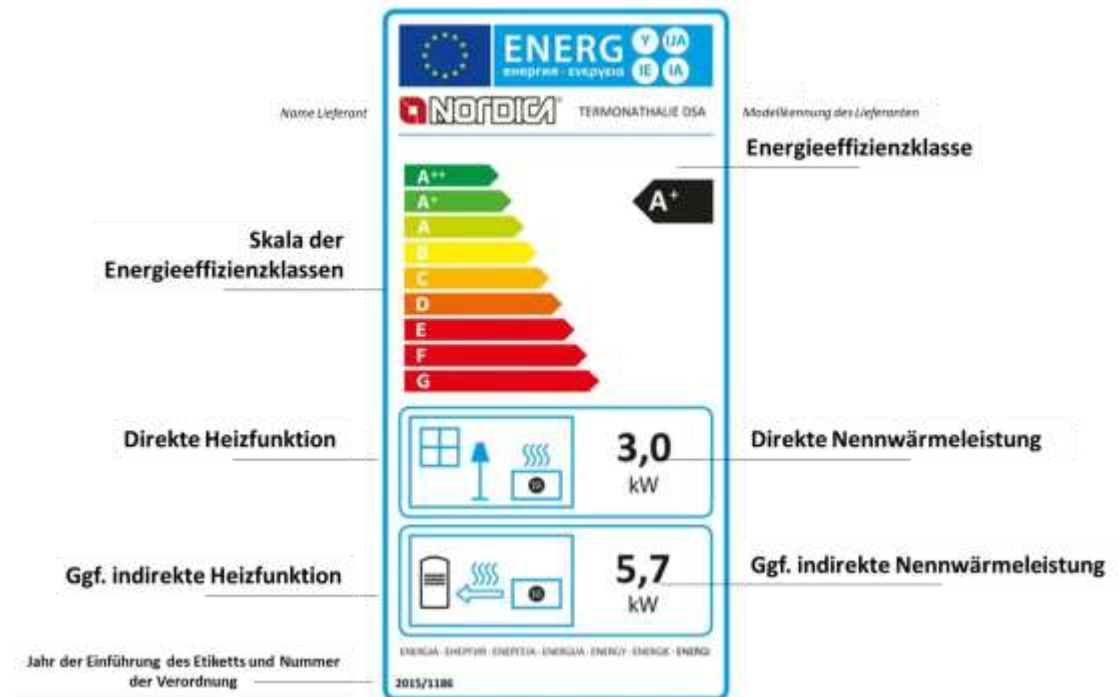
Quelle: DBFZ

Gesetzliche Vorgaben für Einzelraumfeuerstätten

EU Ökodesign Richtlinie (2009)

- Relevante Verordnungen für Biomasse- und Festbrennstoffheizgeräte bis 50 kW:
 - Verordnung (EU) 2015/1185 → Anforderungen hinsichtlich Raumheizungs-Jahresnutzungsgrad, Emissionen, Produktinformationen
 - Verordnung (EU) 2015/1186 → Anforderungen hinsichtlich Energieverbrauchskennzeichnung, Produktdatenblatt

Etikett zur Energieverbrauchs-
kennzeichnung für
Einzelraumheizgeräte mit
Angaben zu Heizfunktion,
Nennwärmeleistung und
Energieeffizienzklasse



Quelle Energielabel: <https://www.kamdi24.de/kamdi24-magazin/pflicht-ab-2018-energieeffizienzlabel-fuer-kaminoefen>

Gesetzliche Vorgaben für Einzelraumfeuerstätten

Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV)

- Aktuelle Ausführung – Novelle vom 26.01.2010, letzte Änderungen vom 13.10.2021
- Norm gilt für Bandbreite von Kleinfeuerungsanlagen bis 1 MW

Vorgaben

- Anforderungen an Emissionen sowie Mindestwirkungsgrad in Abhängigkeit von der Feuerstättenart und dem Zeitpunkt der Errichtung
- Nach dem Ablauf von Übergangsfristen, die abhängig sind vom Alter der Feuerungsanlagen, müssen entsprechende Emissionsgrenzwerte nachweislich eingehalten werden. Andernfalls muss die Anlage nachgerüstet (z.B. mit Staubabscheider) oder außer Betrieb genommen werden.
- **Wichtig!:** neue Ableitbedingungen für Abgase (Schornsteinhöhen)
- Betriebseinschränkungen für Offene Kamine (nur gelegentlicher Betrieb)
- Beratungspflicht durch Schornsteinfeger bei Errichtung oder Betreiberwechsel und regelmäßige Feuerstättenschau, d.h. Überprüfung der Betriebs- und Brandsicherheit: zweimal in 7 Jahren

Gesetzliche Vorgaben für holzbetriebene Einzelraumfeuerstätten

		Stufe 1: Errichtung ab dem 22.03.2010		Stufe 2: Errichtung nach dem 31.12.2014		Verordnung (EU) Nr. 2015/1185 (geschlossene Betriebsweise), gültig seit 01.01.2022			
Feuerstättenart	Technische Regeln	CO [g/m³]	Staub [g/m³]	CO [g/m³]	Staub [g/m³]	CO [mg/m³]	Staub [mg/m³]	OGC [mgC/m³]	NOx [mgNO ₂ /m³]
Raumheizer mit Flachfeuerung	DIN EN 13240 (Ausgabe Oktober 2005) Zeitbrand	2,0	0,075	1,25	0,04	1500	40	120	200
Raumheizer mit Füllfeuerung	DIN EN 13240 (Ausgabe Oktober 2005) Dauerbrand	2,5							
Speichereinzelfeuer- stätten	DIN EN 15250/A1 (Ausgabe Juni 2007)	2,0							
Raumheizer zur Verfeuerung von Holzpellets	DIN EN 14785 (Ausgabe September 2006)	0,4	0,05	0,25	0,02	300	20	60	

Auszug aus den Vorgaben zu Emissionsgrenzwerten der 1. BImSchV bzw. Ökodesign-Verordnung
Konzentrationsangaben jeweils bezogen auf 13 Vol.-% O₂

- Der typische Kaminofen gehört zu den „Raumheizern mit Flachfeuerung“.
- Das Stufenmodell ermöglichte eine schrittweise Grenzwertverschärfung und bot Herstellern und Nutzer*innen ausreichend Vorbereitungszeit.
- Verschärfungen betrafen auch Bestandsanlagen die dann teilweise nachgerüstet werden mussten.
- Die Grenzwerte müssen auf dem Prüfstand/Selbstauskunft Hersteller (gemäß Ökodesign) eingehalten werden.

Freiwillige Gütesiegel für Einzelraumfeuerstätten

Überblick Gütesiegel

- Gütesiegel („Label“) kann jeder vergeben. Um eine ausreichende Unabhängigkeit zu gewährleisten, werden empfehlenswerte Gütesiegel von neutralen Organisationen getragen.
- Das Vorhandensein eines Gütesiegels bedeutet nicht zwangsläufig, dass über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgehende Anforderungen erfüllt werden. Insbesondere bei „älteren“ Labeln hat die Gesetzgebung die Gütesiegel teilweise schon überholt.
- Einige Gütesiegel haben zu den gesetzlich vorgeschriebenen Anforderungen schärfere Grenzwerte und teilweise erweitere Prüfverfahren definiert, beispielsweise der „Blaue Engel“ als staatliches Zeichen!

Aktuelle Gütesiegel für Scheitholzkamine sind Beispielsweise:

„BLAUER ENGEL“



„TÜV SÜD“



Quellen Logos: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blauer-Engel-Logo.png?uselang=de>
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Logo_TV_C3%9CV_S_C3%9CD.tif

Freiwillige Gütesiegel für Einzelraumfeuerstätten

Blauer Engel

- Kennzeichnung für Schadstoffminderung und bessere Bedienbarkeit im Vergleich zu gesetzlichen Vorgaben. Derzeit das anspruchsvollste Umweltzeichen für Kaminöfen in Europa.
- Staatliches Umweltzeichen, Zeicheninhaber ist das BMUV
- Vergabegrundlagen werden in einem transparenten Beteiligungsverfahren durch das Umweltbundesamt erarbeitet.
- Kontinuierliche Revision anhand von aktuellen Entwicklungen und neuen Erkenntnissen (bspw. in Bezug auf CO, Gesamtstaub, OGC, Partikelanzahl)
- DE-UZ 212 gilt für Kaminöfen für Holz (naturbelassenes stückiges Holz: Scheitholz oder Holzbriketts)

→ Hinweis: Das DE-UZ 222 gilt für nachrüstbare Staubabscheider an Scheitholzöfen (für Neu- und Bestandsanlagen).



Quelle Logo:

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blauer-Engel-Logo.png?uselang=de>

Zusammenfassung

- **Bezüglich der Herstellung, des Handels und des Betriebs von Öfen bestehen europäische und nationale Regelungen, welche eingehalten werden müssen.**
- **Durch die „CE-Kennzeichnung“ oder das „Ü-Zeichen“ erklärt der Hersteller, dass sein Produkt alle gesetzlichen Mindestanforderungen erfüllt.**
- **Durch freiwillige Gütesiegel können einem Produkt durch eine dritte Organisation weitere Eigenschaften attestiert werden.**
- **Werden Gütesiegel in die Kaufentscheidung einbezogen, sollte auf die Unabhängigkeit der ausgebenden Organisation, den Prüfumfang, die Anforderungen und die Aktualität des Gütesiegels geachtet werden.**
- **Es wird dringend empfohlen, frühzeitig Schornsteinfegerinnen und Schornsteinfeger in die Planung einzubeziehen, da diese die Gesamtanlage abnehmen.**

Inhalte der Schulung / Agenda

- Motivation für den Ofenführerschein
- Feuerstätten für den häuslichen Gebrauch
- Klimaschutz und Luftreinhaltung
- Gesetzliche Vorgaben & Gütesiegel für Einzelraumfeuerstätten
- **Grundlagen Verbrennungsprozess**
- Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung
- Aufbau eines Kaminofens
- Schornstein
- Auswahl eines Kaminofens
- Brennstoff Scheitholz
- Betrieb eines Kaminofens

Grundlagen Verbrennungsprozess

Wiederholung / Einleitung

Bei unvollständiger Verbrennung, verstärkt durch Fehlbedienungen, entstehen Emissionen mit einem sehr hohen Treibhausgaspotenzial und Schadenspotenzial für Mensch und Umwelt.

Ablauf des Verbrennungsprozesses - Holz

Brennstoff Holz/ Biomasse

Keine exakte, allgemein gültige Zusammensetzung!

Bestandteile

Zellulose
Hemizellulose
Lignin
Wasser
Asche
Kohlenhydrate
Proteine
Terpene
Fette
Harze
Sand/Steine
Farbstoffe

→ Prozesse bei der Verbrennung sind deutlich komplexer als bei der Verbrennung von Gasen

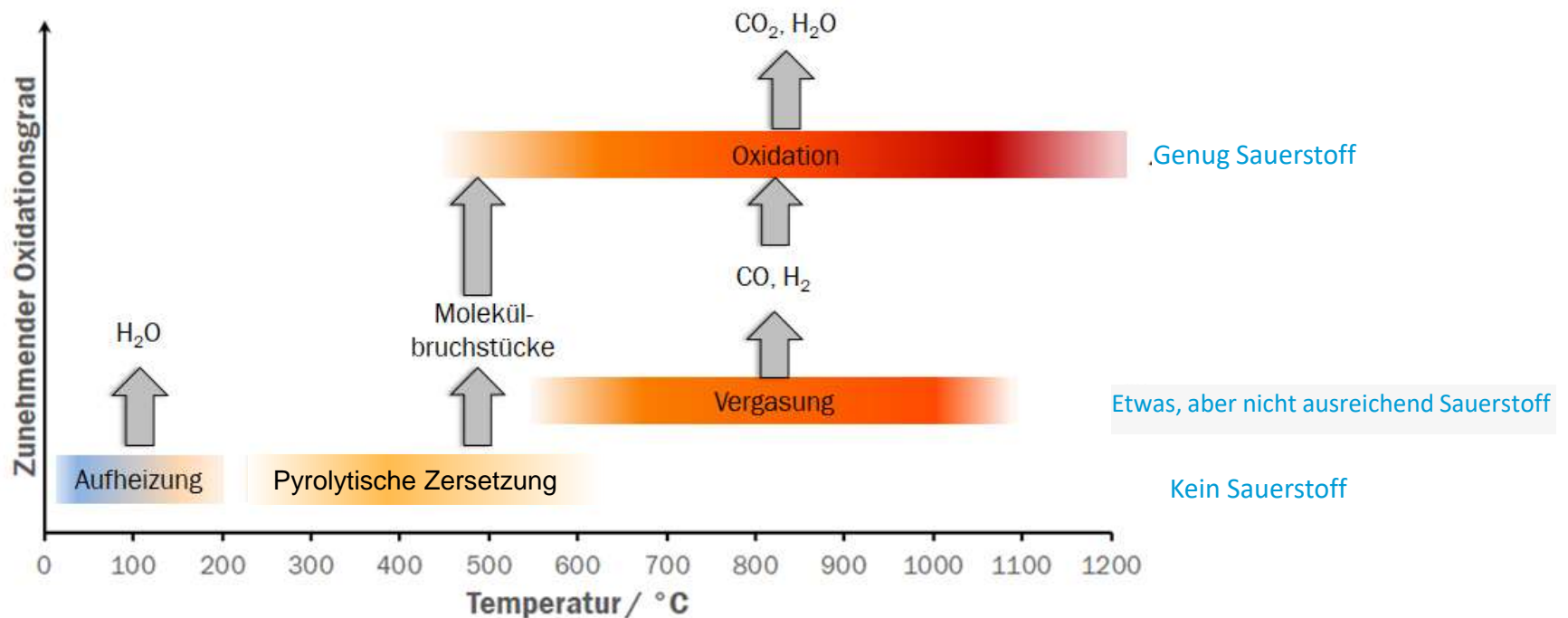


© Paul Trainer/DBFZ

Elemente	Massenanteile
Kohlenstoff	47-50 %
Sauerstoff	40-45 %
Wasserstoff	5-7 %
Stickstoff, mineralische Bestandteile	Ca. 1 %

Ablauf des Verbrennungsprozesses

Ablauf des Verbrennungsprozesses in Abhängigkeit von Sauerstoff und Temperatur

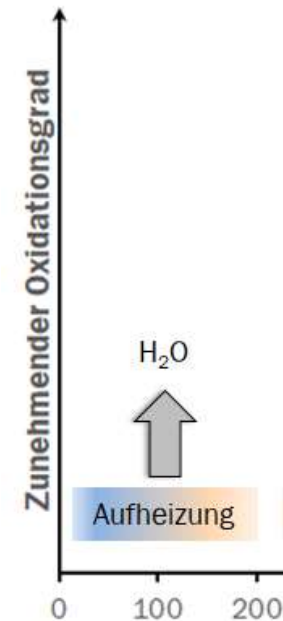


Quelle: DBFZ, Grafik nach M. Kaltschmitt, H. Hartmann, H. Hofbauer, *Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren*, 3rd ed., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2016.

Ablauf des Verbrennungsprozesses - Aufheizung

Aufheizung

- Zu Beginn des Verbrennungsprozesses verdampft das Wasser aus dem Brennstoff.
- Dieser Vorgang benötigt Energie. Das bedeutet er kühlt den Brennraum ab anstatt Wärme zu liefern.

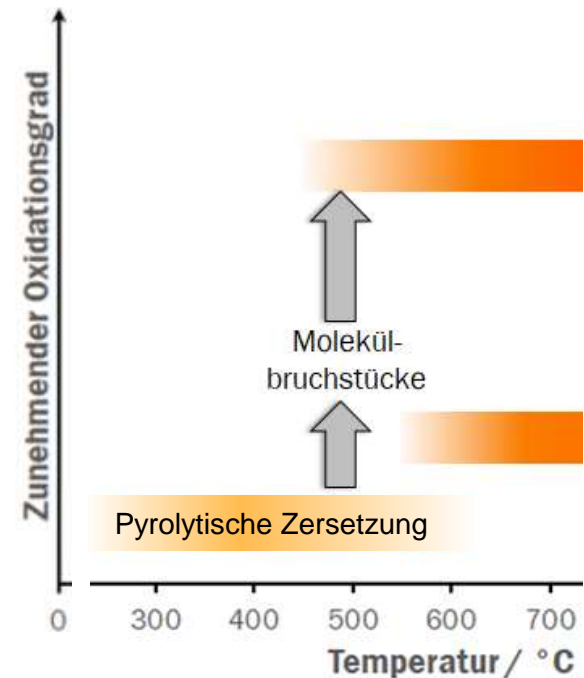


Quelle: DBFZ

Ablauf des Verbrennungsprozesses - Pyrolytische Zersetzung

Pyrolytische Zersetzung

- Ab ca. 300 °C beginnt die pyrolytische Zersetzung des Holzes, bei welcher Molekülbruchstücke entstehen. Die Molekülbruchstücke werden entweder weiter oxidiert (verbrannt), oder sie gelangen als Schadstoffe in die Umwelt.
- Die pyrolytische Zersetzung benötigt kein Sauerstoff und kann deshalb nicht mit Luftschiebern o.ä. gesteuert werden. Der Prozess läuft solange ab, wie sich pyrolysierbares Holz im angegebenen Temperaturfenster befindet.
- Auch dieser Prozess benötigt eine externe Energiezufuhr.

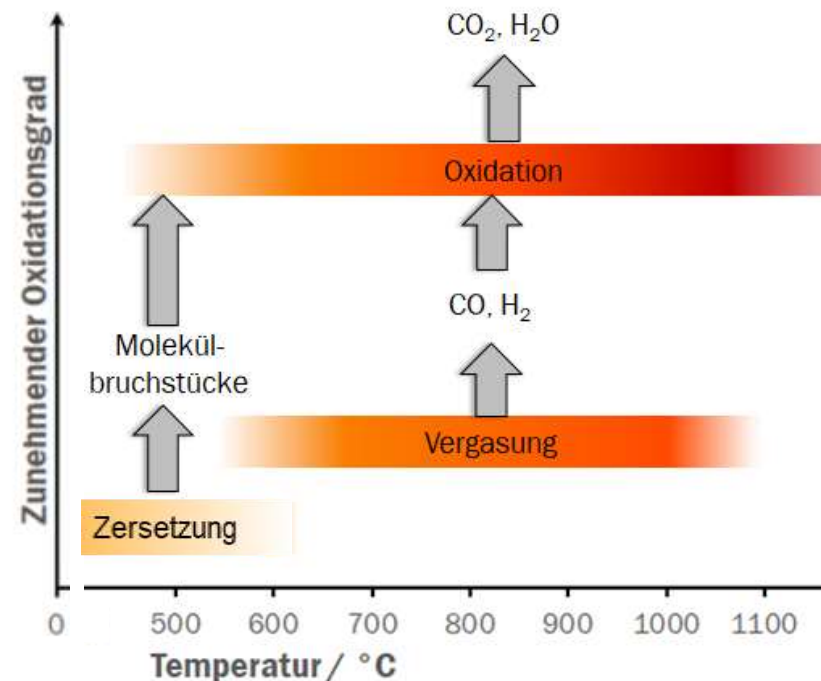


Quelle: DBFZ

Ablauf des Verbrennungsprozesses - Holzvergasung

Holzvergasung

- Bei der Holzvergasung werden durch Reaktionen mit geringen Mengen an Sauerstoff aus dem Holz brennbare Gase gebildet.
- Da dieser Prozess nur geringe Mengen an Sauerstoff benötigt, kann auch dieser Prozess nicht oder nur sehr bedingt durch Regulierung der Luftzufuhr gesteuert werden.
- Werden diese Gase nicht im weiteren Verlauf weiter oxidiert (verbrannt), gelangen sie als Schadstoffe in die Umwelt.

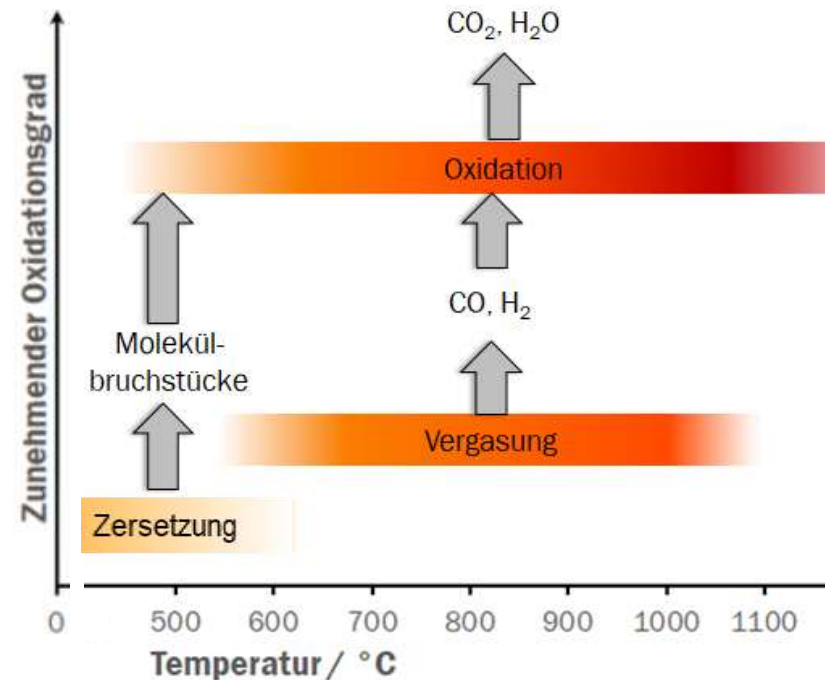


Quelle: DBFZ

Ablauf des Verbrennungsprozesses - Oxidation

Oxidation

- Bei der Oxidation werden die bei der pyrolytischen Zersetzung entstehenden Molekülbruchstücke und die bei der Holzvergasung entstehenden Gase weiter oxidiert (verbrannt).
- Dieser Prozess benötigt ausreichend Sauerstoff sowie ausreichend hohe Temperaturen.
- Dieser Prozess verläuft unter Abgabe von Energie.



Quelle: DBFZ

Ablauf des Verbrennungsprozesses – 3T -Regel

3T – Regel (Technische Grundregel zu Verbrennungsbedingungen)

- 3T steht für Time, Temperature, Turbulence (engl.) – Zeit, Temperatur und Vermischung

Anforderungen

- Zeit: Eine vollständige Verbrennung benötigt ausreichend Reaktionszeit unter heißen Bedingungen.
(1-2 s bei 700-800 °C)
- Temperatur: Je höher die Temperatur desto schneller erfolgt die Reaktion von Kohlenstoffverbindungen zu CO₂ (mind. 800 °C)
- Vermischung: Intensive Durchmischung von Luftsauerstoff und brennbaren Gasen ist erforderlich

Ablauf des Verbrennungsprozesses - 3T -Regel

3T – Regel (Technische Grundregel zu Verbrennungsbedingungen)

- 3T steht für Time, Temperature, Turbulence (engl.) – Zeit, Temperatur und Vermischung

Anforderungen

- Zeit: Eine vollständige Verbrennung benötigt ausreichend Reaktionszeit unter heißen Bedingungen. (1-2 s bei 700-800 °C)
- Temperatur: Je höher die Temperatur desto schneller erfolgt die Reaktion von Kohlenstoffverbindungen zu CO₂. (mind. 800 °C)
- Vermischung: Intensive Durchmischung von Luftsauerstoff und brennbaren Gasen ist erforderlich.

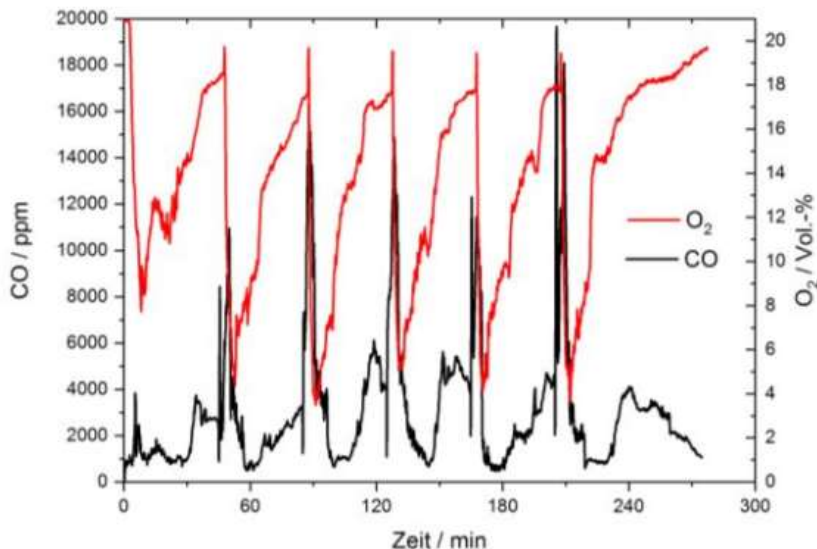
Realisierung

- Brennstoffmenge passend zur Anlagen- bzw. Brennraumgröße
- Wärmeverluste im Brennraum gering halten bspw. mit Feuerraumauskleidung, kleinen Glasflächen
- Keine Totzonen (kaum/keine Gasströmung vermeiden), Turbulenz in Brennzone zur Vermischung von Luft und Brennstoff (bspw. mit Düsen, Luftumlenkung, ideal rohrförmige Reaktionszone)

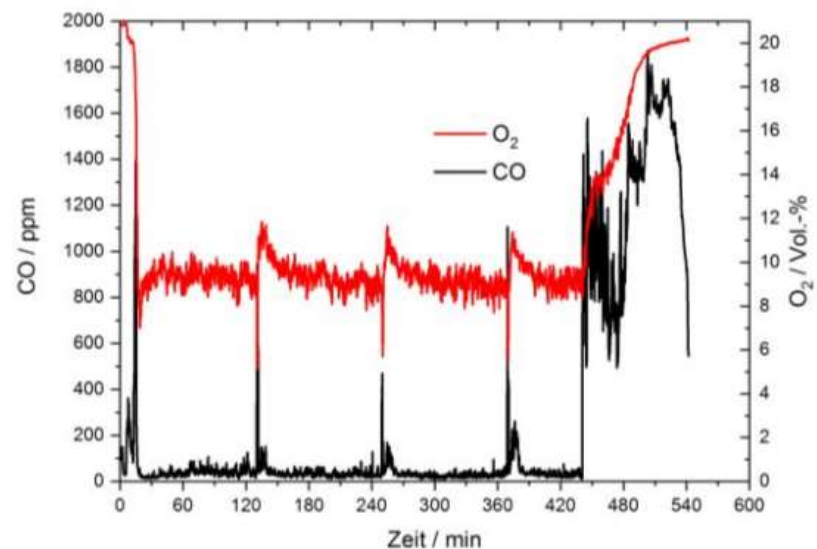
Ablauf des Verbrennungsprozesses - Chargenabbrand

Dynamischer Abbrand bei einem Kaminofen

- Scheitholz-Kaminöfen arbeiten im sogenannten „Batch-Betrieb“ (Chargenabbrand).
- Mit jeder Brennstoffauflage beginnt ein neuer Abbrand bestehend aus 3 Phasen: Anbrandphase, Hauptbrand und Glutausbrand.
- Die Folge ist eine zyklisch wiederkehrende Änderung der Verbrennungsbedingungen und der Emissionen.
- Die Prozessschritte Trocknung, Pyrolyse, Vergasung und Oxidation finden dabei teilweise zeitlich parallel in jedem einzelnen Abbrand statt.



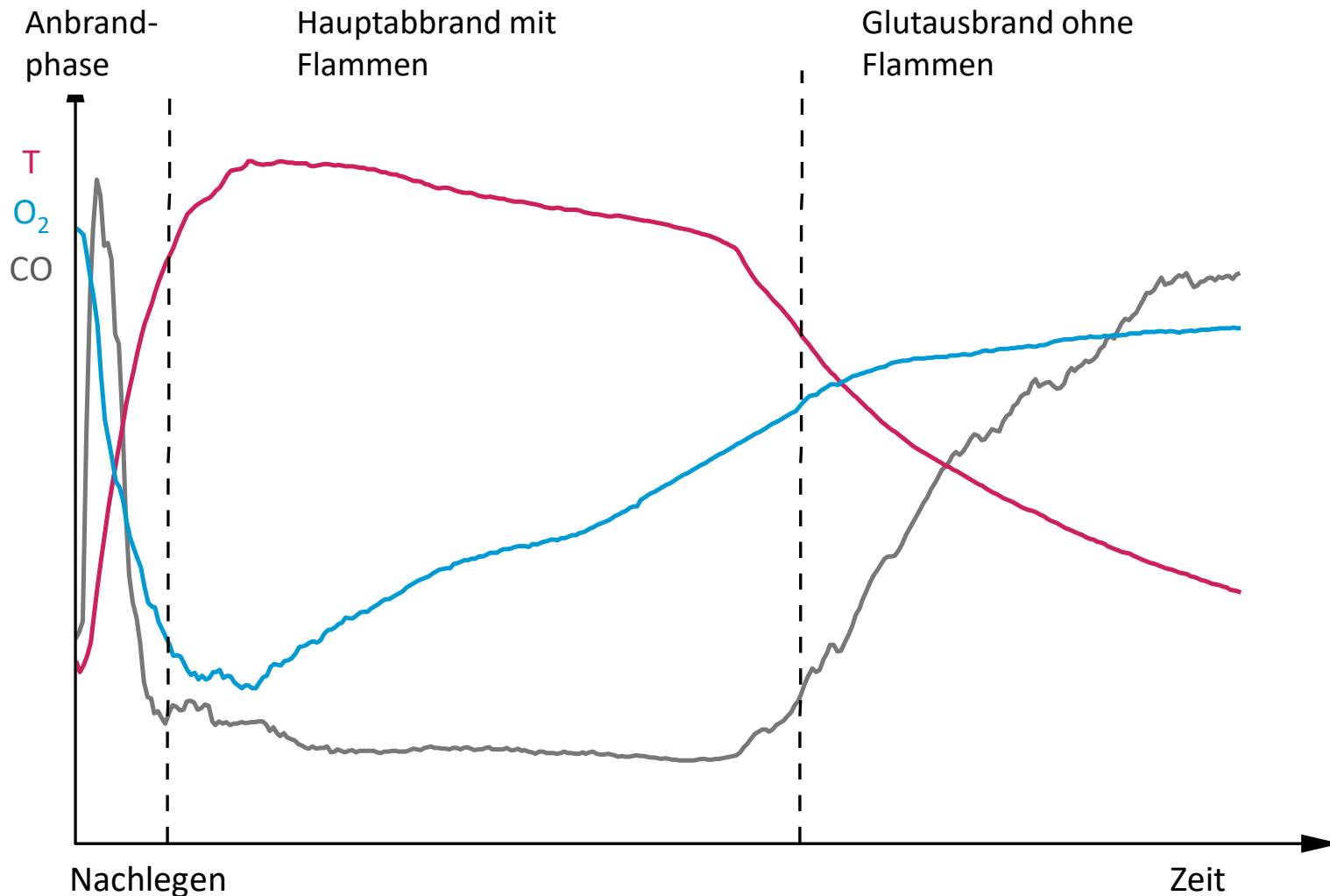
Scheitholzofen



Pelletfeuerung

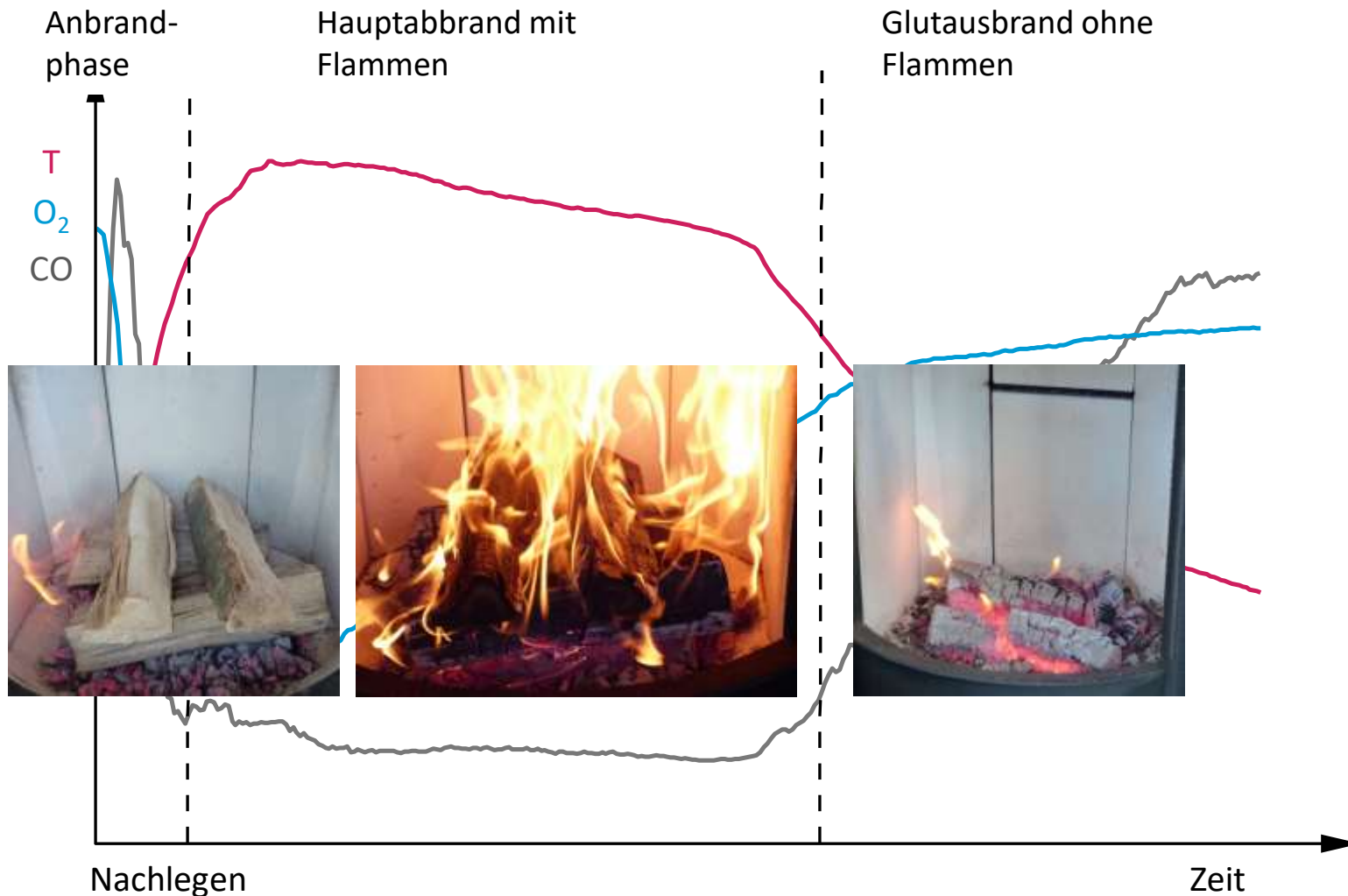
Quelle: DBFZ

Ablauf Verbrennungsprozess – Verlauf von T, O₂ und CO-Emissionen



Quelle: TFZ

Ablauf Verbrennungsprozess – Verlauf von T, O₂ und CO-Emissionen



Quelle: TFZ

Wiederholungsfragen Verbrennungsprozess

Welche Wirkung hat Wasser im Brennstoff bei der Verbrennung?

- a) Wasser im Brennstoff liefert zusätzliche Nutzenergie.
- b) Durch das Verdampfen des Wassers wird dem Feuerraum Wärme entzogen.
- c) Durch Wasser im Brennstoff lässt sich der Verbrennungsprozess besser steuern.

Richtig: b

Wie kann die thermische Zersetzung des Holzes (Pyrolyse) gesteuert werden?

- a) Durch Öffnen und Schließen der Verbrennungsluftzufuhr.
- b) Nach Beginn der Pyrolyse ist eine Steuerung durch Luftanpassung nicht mehr möglich.
- c) Durch starke Absenkung der Brennraumtemperatur und dadurch Verhinderung des Reaktionsprozesses.

Richtig: b und c

Wiederholungsfragen Verbrennungsprozess

Für was steht die 3T-Regel?

- a) 3T steht für Time, Temperature, Turbulence (engl.) – Zeit, Temperatur und Vermischung
- b) 3T steht für Tragen, Trennen, Trocknen
- c) 3T steht für einen patentierten Verbrennungsprozess mit hohem Wirkungsgrad

Richtig: a

Inhalte der Schulung / Agenda

- Motivation für den Ofenführerschein
- Feuerstätten für den häuslichen Gebrauch
- Klimaschutz und Luftreinhaltung
- Gesetzliche Vorgaben & Gütesiegel für Einzelraumfeuerstätten
- Grundlagen Verbrennungsprozess
- **Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung**
- Aufbau eines Kaminofens
- Schornstein
- Auswahl eines Kaminofens
- Brennstoff Scheitholz
- Betrieb eines Kaminofens

Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung

Wiederholung / Einleitung

- Für die Verbrennung ist die 3-T-Regel „Time – Temperature – Turbulence“ wichtig. Es wird für die Verbrennung ausreichend Zeit bei ausreichend hohen Temperaturen benötigt. Dabei muss der zu verbrennende Stoff („Holzgas“) gut mit dem Luftsauerstoff durchmischt sein.
- Wasser im Brennstoff benötigt zum Verdampfen Energie und senkt dadurch die Brennraumtemperatur ab.
- Die Verbrennung von Holz ist sehr komplex. Es laufen dabei mehrere Vorgänge parallel ab. Die Regulierung der Verbrennung durch eine optimale Luftzufuhr ist nicht einfach, weshalb speziell bei Kleinanlagen häufig erhöhte Schadstoffmengen emittiert werden.

Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung (1)

Vollständige Verbrennung und effektive Wärmenutzung (Ideal)

Brennstoff + Luft → Wärme + Wasser + Kohlenstoffdioxid + Asche

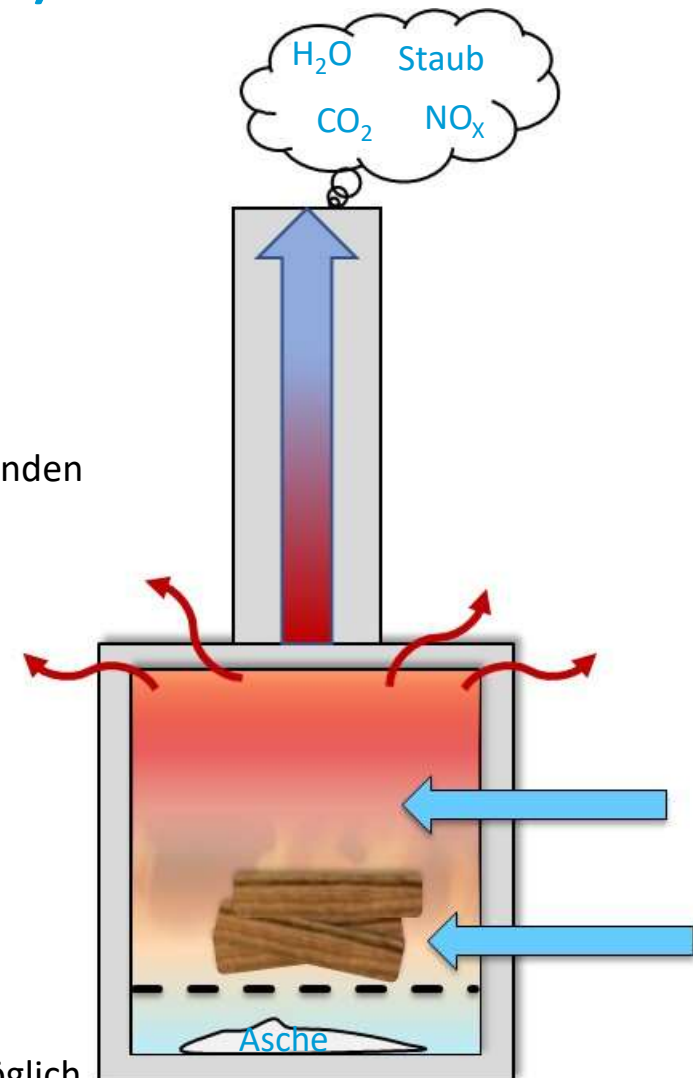
Voraussetzung:

- Ideale Vermischung von Brennstoff und Luft (Sauerstoff) im passenden Verhältnis
- Hohe Temperaturen im Brennraum

Fazit:

- Lediglich unvermeidbare Umwandlungsprodukte entstehen.
- Optimale (effektive) Wärmenutzung möglich.

→ In der Realität ist eine vollständige Verbrennung von Holz nicht möglich



Quelle: DBFZ

Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung - Luftzufuhr

Abhängigkeit der Schadstoffbildung von der Luftzufuhr

- Der theoretische Bedarf an Sauerstoff/Luft wird durch den Kohlenstoffgehalt des Brennstoffes bestimmt.
- In der Realität existiert bei Scheitholzöfen ein etwas höherer Sauerstoffbedarf, da keine optimale Durchmischung von Luft und Brennstoff möglich ist. Die Durchmischung von Luft und brennbaren Gasen ist abhängig von Brennstoffform und Feuerungsanlagegeometrie.

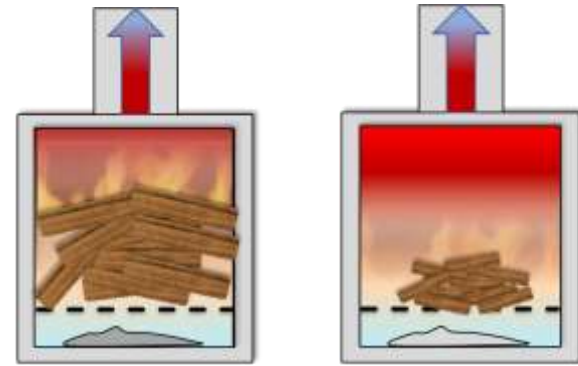
Folgende Bedingungen sollten vermieden werden:

- Zu wenig Luft führt zum Anstieg von Schadstoffen (unvollständige Oxidation durch Sauerstoffmangel)
- Zu viel Luft führt zum Anstieg von Schadstoffen (Temperaturminderung durch zu viel kalte Luft im Brennraum)
- Unzureichende Durchmischung führt zu Zonen mit Sauerstoffmangel (unvollständige Oxidation durch Sauerstoffmangel)
- Zu große Brennräume mit zu wenig Brennstoff führen zu niedrigen Brennraumtemperaturen (gestörte Oxidation durch zu niedrige Temperaturen)

Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung - Beispiele

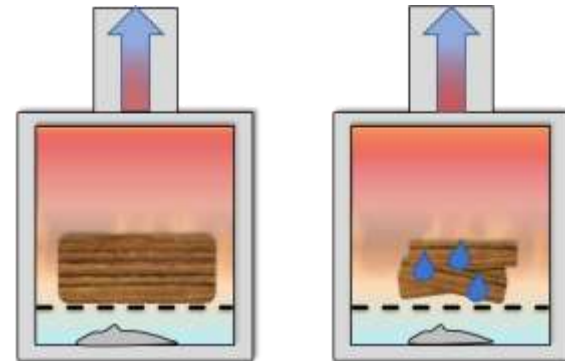
Beispiele Sauerstoffmangel

- Zu viel Brennstoff (linkes Bild)
- Zu kleine Scheite – verbrennen rascher, da größere Scheitoberfläche (rechtes Bild)



Beispiele Sauerstoffüberschuss

- Zu große Scheite im Brennraum (linkes Bild)
- Feuchtes Holz (rechtes Bild)
- Versehentlich durchgängig voll geöffnete Primärluftzufuhr (nicht dargestellt)



Quelle: DBFZ

Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung - Partikelbildung



Bildung von
flüssigen und
dann festen
Bestandteilen /
Partikeln

Verdampfung /
Austragung
reagierender
Brennstoffbe-
standteile

- Partikelbildung bei der Holzverbrennung ist ein sehr komplexer Prozess.
- Viele verschiedene Brennstoffbestandteile sowie die Verbrennungsbedingungen spielen eine Rolle.
- Bei optimaler Verbrennung entstehen hauptsächlich mineralische Partikel / Salze (helle Asche und heller Feinstaub).

→ Bei optimaler Verbrennung bildet sich weniger Feinstaub und es kommt zu einer geringeren Geruchsbelästigung.

Quelle: DBFZ, TFZ

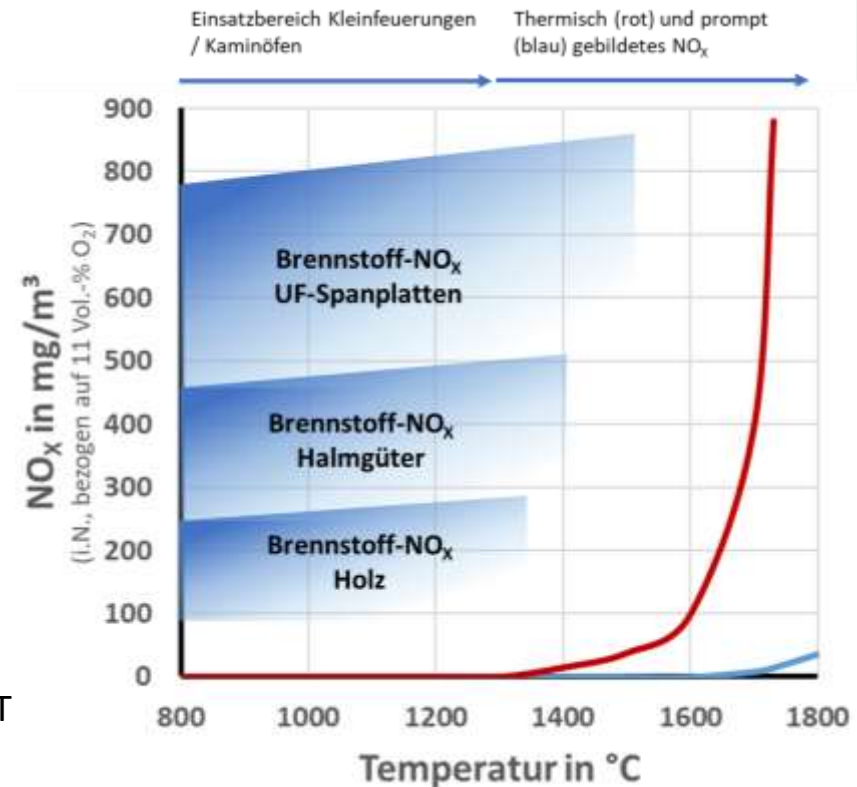
Demonstration

Demonstration Rußbildung mit einem Feuerzeug an einem kalten Löffel

Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung - NO_x

Die Schadstoffbildung ist abhängig vom Brennstoff

- Ein Beispiel dafür ist die Stickoxidbildung (NO_x)
 - Bei Festbrennstofffeuerungen (Kaminöfen) wird vorrangig der Stickstoff aus dem Brennstoff freigesetzt als NO_x
 - Brennstoffe mit höherem Stickstoffanteil erzeugen mehr NO_x-Emissionen
- Beim Einsatz nicht-zulässiger Brennstoffe können deutlich höhere Stickoxidemissionen auftreten und eine Minderungsmaßnahme für die NO_x-Emissionen wäre erforderlich (wie bei größeren Anlagen bspw. Müllverbrennung)
- Bereits verarbeitete Hölzer mit Lack o.ä. gehören NICHT in den Kaminofen, da neben hohen NO_x-Konzentrationen sehr giftige Stoffe wie Dioxine und Furane entstehen können.



Quelle: DBFZ nach M. Kaltschmitt, H. Hartmann, H. Hofbauer, *Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren*, 3rd ed., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg **2016**

Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung

Unvollständige Verbrennung und Schlechte Wärmenutzung (real)

**Brennstoff + Luft → Wärme + Abgas mit Schadstoffen + Asche
Mit Kohlenstoffrückstand**

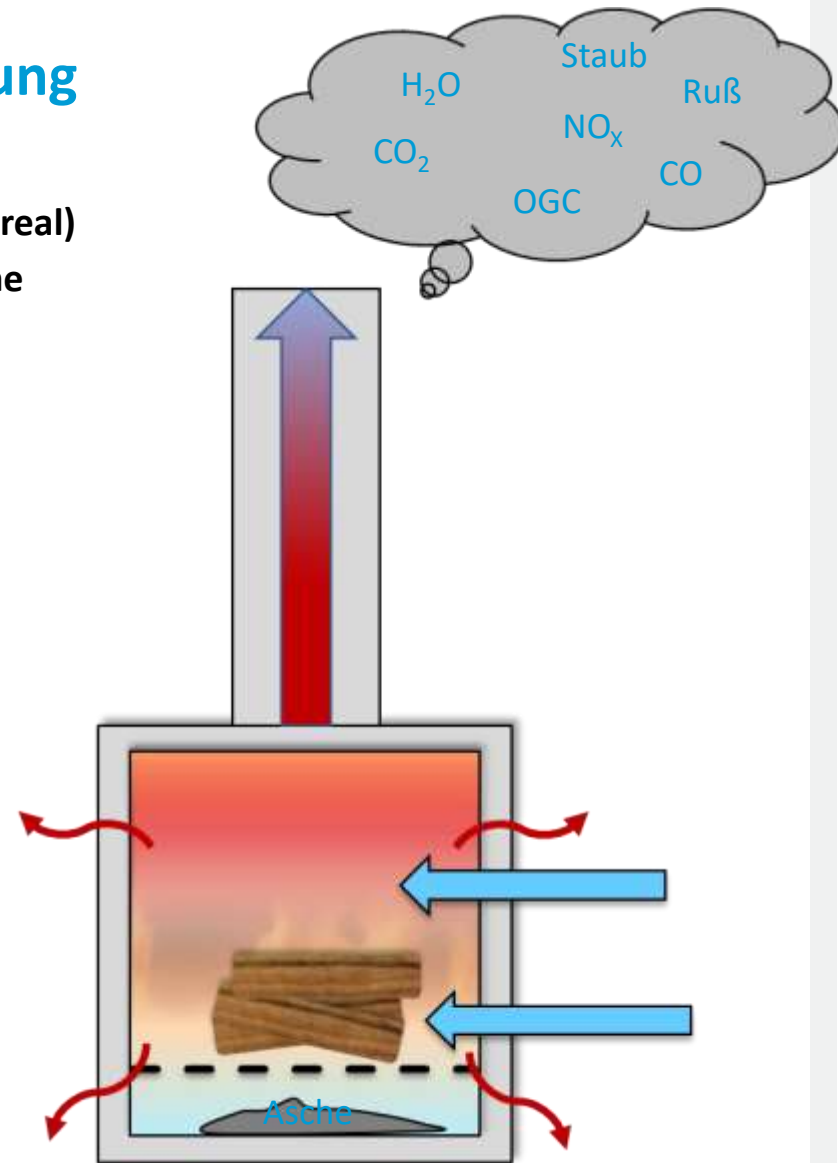
Ursachen:

- Zu wenig oder zu viel Luft
- Ungeeigneter Brennstoff
- Großer Wärmeverlust bereits im Brennraum

...

Fazit:

- Viele Schadstoffe entstehen → gesundheits- und umweltschädlich
- Es ist mehr Brennstoff erforderlich, um die gewünschte Wärmeabgabe zu erhalten.
- Einflüsse durch Anlagentechnik als auch durch Nutzende



Quelle: DBFZ

Wiederholung

3T – Regel (Technische Grundregel zu Verbrennungsbedingungen)

- 3T steht für Time, Temperature, Turbulence (engl.) – Zeit, Temperatur und Vermischung

Idealbild

- Rohrförmiger Brennraum mit passender Brennholz- und Luftzufuhr



Quelle: Leonhard Büttner für TFZ

Ungünstiger Betrieb

- Großer offener Kamin mit geringer Brennstoffmenge im Vergleich zum Brennraum des Kamins



Quelle: Hayden Scott auf Unsplash

Inhalte der Schulung / Agenda

- Motivation für den Ofenführerschein
- Feuerstätten für den häuslichen Gebrauch
- Klimaschutz und Luftreinhaltung
- Gesetzliche Vorgaben & Gütesiegel für Einzelraumfeuerstätten
- Grundlagen Verbrennungsprozess
- Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung
- **Aufbau eines Kaminofens**
- Schornstein
- Auswahl eines Kaminofens
- Brennstoff Scheitholz
- Betrieb eines Kaminofens

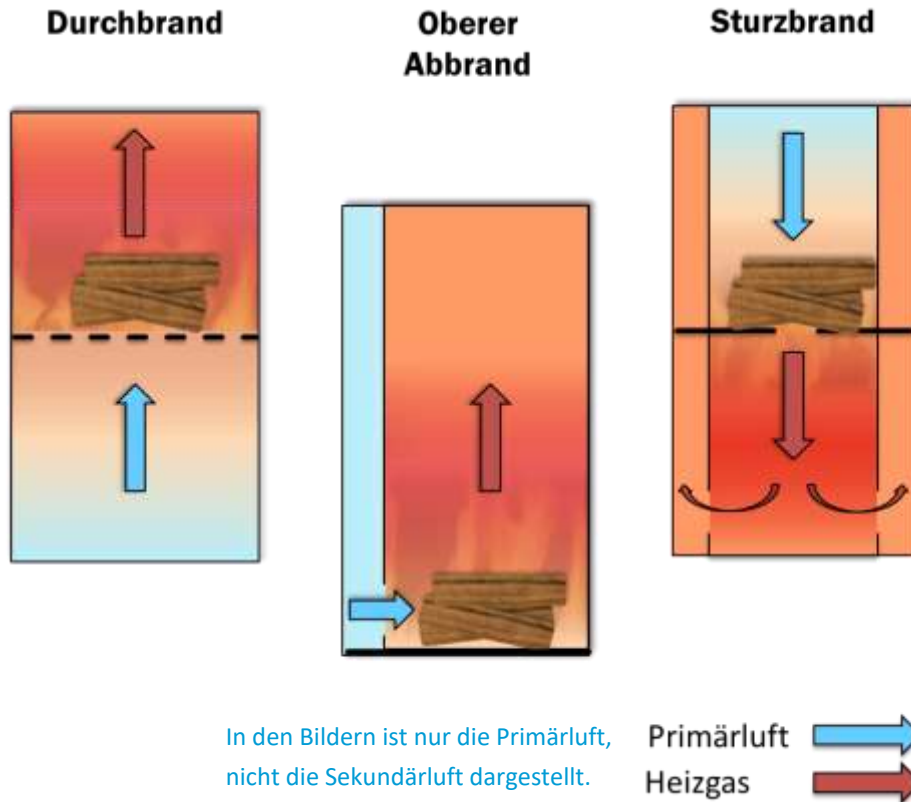
Aufbau eines Kaminofens

Aufbau eines Kaminofens – Wiederholung / Einleitung

- Für die Verbrennung ist die 3-T-Regel „Time – Temperature – Turbulence“ wichtig. Es wird für die Verbrennung ausreichend Zeit bei ausreichend hohen Temperaturen benötigt. Dabei muss der zu verbrennende Stoff („Holzgas“) gut mit dem Luftsauerstoff durchmischt sein.
- Die Verbrennung von Holz ist sehr komplex. Es laufen dabei mehrere Vorgänge parallel ab. Die Regulierung der Verbrennung durch eine optimale Luftzufuhr ist nicht einfach, weshalb speziell bei Kleinanlagen häufig erhöhte Schadstoffmengen emittiert werden.

Aufbau eines Kaminofens

Vereinfachte schematische Darstellung verschiedener Abbrandprinzipien



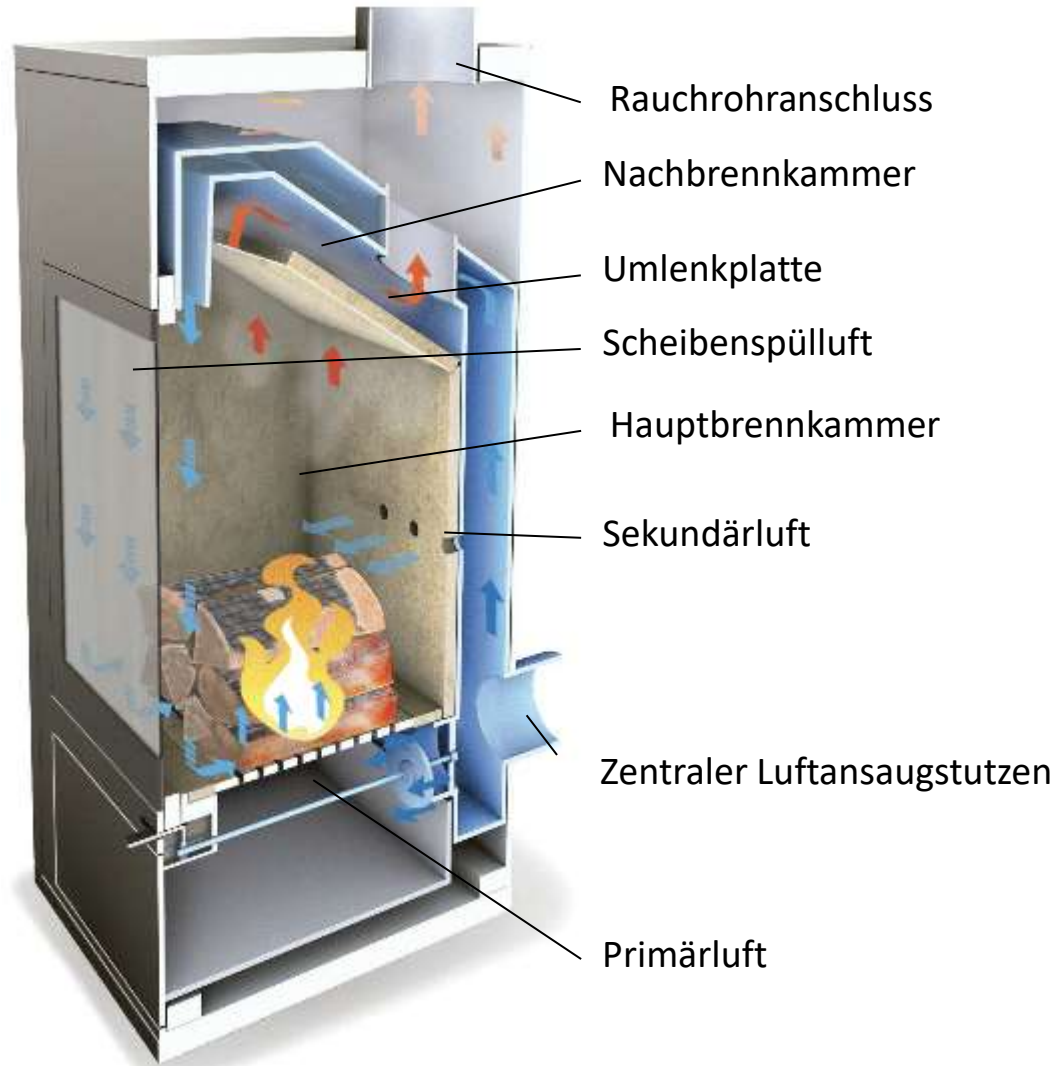
Die Luftführung in Kaminöfen kann auf verschiedenen Wegen realisiert sein.

Wichtige Aspekte sind:

- Gute Durchmischung von Brennstoff und Luft
- Geringe Strömungsgeschwindigkeiten im Glutbettbereich, damit keine unverbrannten Brennstoffpartikel mitgerissen werden.
- Definierte Umlenkungen können vorteilhaft sein, da sich so Partikel in der Anlage ablagern können.

Quelle: DBFZ nach M. Kaltschmitt, H. Hartmann, H. Hofbauer, *Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren*, 3rd ed., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2016

Aufbau eines Kaminofens – Schnittbild und Luftführung



➡ Abgas

➡ Verbrennungsluft

Quelle: Leonhard Büttner für TFZ

Aufbau eines Kaminofens – Brennraumgeometrie

- Eine hohe und schlanke Brennraumgeometrie ist vorteilhafter
- verbesserte Flammenausbreitung und gleichmäßigere Verweilzeit der Gase im heißen Brennraum



Quelle: Leonhard Büttner für TFZ

Aufbau eines Kaminofens – Sichtscheibe

- Kleine Sichtscheiben → geringere Wärmeverluste und hohe Temperatur → gute Verbrennung
- Beschichtete bzw. isolierende Verglasung wählen!



Quelle: Leonhard Büttner für TFZ

Aufbau eines Kaminofens – Auskleidung

Hochwertige Feuerstätten sind über den gesamten Brennraum ausgekleidet.
Aufgrund der höheren Temperaturen im Brennraum werden die Emissionen reduziert.

Schamotte:

- Sehr guter Wärmespeicher, bleibt nach Erlöschen der Flammen lange warm
- Hohe Dichte (schwerer)
- Robust, trotzdem vorsichtig nachlegen

Vermiculit:

- Schnellere Aufheizung und geringere Wärmespeicherung
- Geringe Dichte (leichter)
- Verschleißt / bricht leichter → Holzscheite vorsichtig nachlegen und nicht reinwerfen

Aufbau eines Kaminofens – Luftströmung

Primärluft:

- Gelangt durch den Rost in den Brennraum, sofern ein Rost vorhanden ist
- Vollständig offen beim Anheizen für schnelle Zündung

Scheibenspülluft:

- Versorgt das Feuer mit Luft, die Scheibe bleibt sauber
- Strömt vorgewärmt von oben senkrecht nach unten entlang der Scheibe

Weitere Sekundärluft:

- Oft über spezielle Luftöffnungen an den Seiten oder im hinteren Teil der Brennkammer
- Sind nicht immer vorhanden
- Darf NICHT mit Brennstoff verdeckt werden! Sonst schlechte Verbrennung!

Generell:

- Entweder werden die Luftmengen über Hebel vom Nutzer eingestellt oder eine automatische Verbrennungsluftregelung übernimmt diese Aufgabe für einen optimierten Abbrand und gute Brennstoffausnutzung.
- Eine automatische Luftzufuhr kann für jeden Zeitpunkt des Abbrandes eine optimale Luftzufuhr gewährleisten und führt so zu niedrigeren Emissionen.


Raumluftunabhängige Feuerstätte

- Raumluftunabhängige Feuerstätten oder solche mit externem Verbrennungsluftstutzen lassen sich mit einer externer Verbrennungsluftzufuhr betreiben.
- Vorteile:
 - Minimierung der Wärmeverluste im Aufstellraumraum, Ofenbetrieb ist unabhängig von Lüftungsanlagen oder Dunstabzugshauben möglich.
 - Durchlaufen eine zusätzliche Prüfung und unterliegen einer anspruchsvolleren Qualitätskontrolle (Dichtheit wird ab Werk überprüft)
 - Weisen meist eine höhere Dichtheit und damit weniger Falschlufteintrag auf.
 - Auf entsprechende Kennzeichnung achten: bei Kaminöfen sollte die Dichtheit in Deutschland dem „Feuerstättentyp CA“ entsprechen.

Fazit:

- Die Vorteile bestehen auch bei raumluftabhängigen Betrieb.
- Nach einer umfassenden energetischen Sanierung der Gebäudehülle ist in der Regel nur noch ein raumluftunabhängiger Betrieb zulässig.

Aufbau eines Kaminofens – Dichtheit

- Zu viel Luft – wie z. B. bei Falschlufteintritt – führt zu:
 - übermäßiger Abkühlung der Brennkammer und zu
 - kürzeren Aufenthaltszeiten der Brenngase
 - Dies verursacht folglich höhere Emissionen (siehe 3-T-Regel!).
 - Daher sind raumluftunabhängig betreibbare Kaminöfen zu bevorzugen.
 - Zentraler Luftanschlussstutzen und Dichtheitsnachweis sind zwingend erforderlich bei raumluftunabhängiger Bauart (d. h. bei Luftzufuhr über Schornstein-Ringspalt oder Bodenkanal).
- 
- Genereller Vorteil: Bei einem dichten Kaminofen gelangt die Verbrennungsluft planmäßig dorthin, wo sie benötigt wird.

Aufbau eines Kaminofens – Prüfung auf Dichtheit durch Betreiber

- Wie kann man den Kaminofen auf Dichtheit kontrollieren?
 - Mit einem Feuerzeug während des Betriebs
→ wird die Flamme „hineingezogen“, so ist der Ofen undicht
 - Mit einem eingeklemmten Blatt Papier in der Ofentür beim kalten Ofen.
→ lässt es sich leicht herausziehen, ist der Ofen an dieser Stelle undicht.



Quelle: TFZ

Aufbau eines Kaminofens – Weitere Elemente

- Automatische Verbrennungsluftsteuerung
 - Katalysator
 - Elektrostatischer Staubabscheider
 - Betriebszustandsanzeige („Feuerungsmonitor“ nach Blauer Engel)
- Eine oder mehrere Komponenten sind Bestandteil von modernen Kaminöfen.
- Kaminöfen die mit dem Blauen Engel ausgezeichnet sind, verfügen über diese weiteren Elemente.

Automatische Verbrennungsluftsteuerung

Aufbau:

- Stellmotor(en) für separate Luftklappen
- Temperaturfühler (im Feuerraum!) evtl. zusätzlich O₂-Sensor (selten)
- Türkontaktschalter
- Bedienelement mit Prozessor



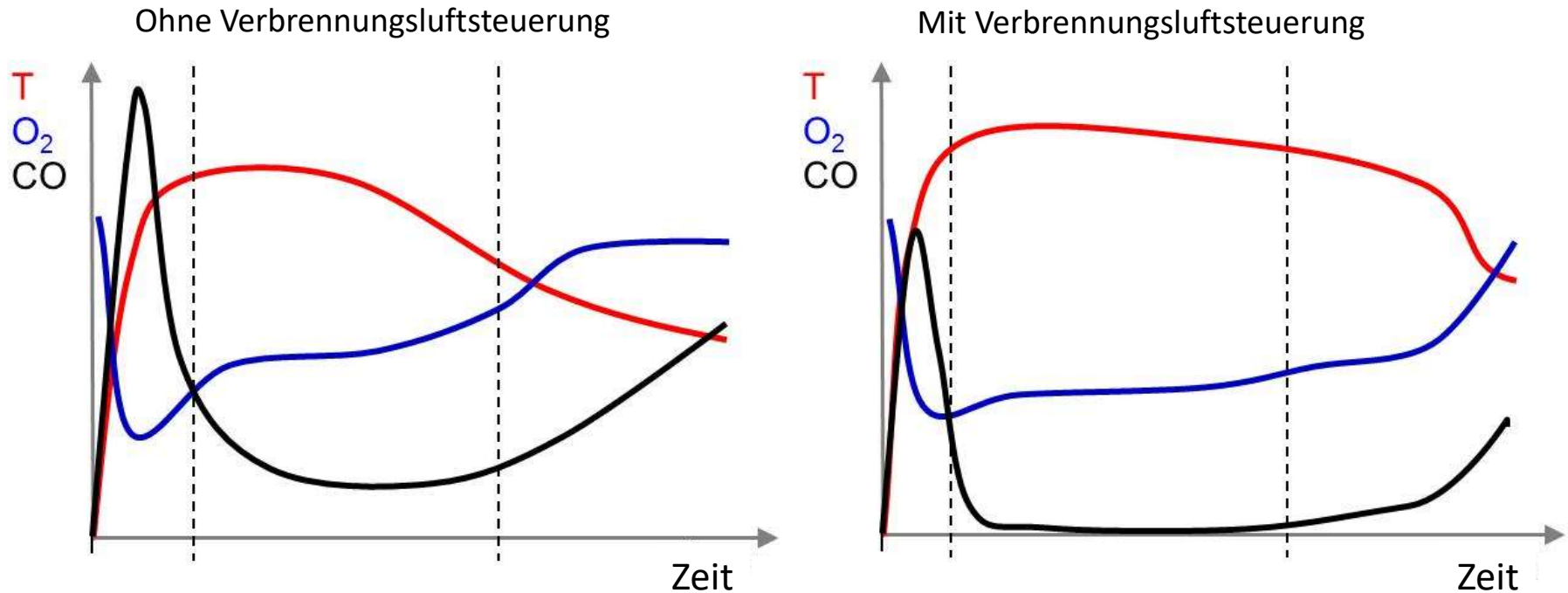
Quelle: Olsberg

Vorteile:

- Selbsttätige Luftanpassung an ständig wechselnde Prozessbedingungen
- Verringerter Nutzereinfluss (weniger Bedienungsfehler!)
- Reduktion der Emissionen im Benutzeralltag
- Reduktion der Stillstandsverluste (weil Luftzufuhr unterbrochen wird)
- Verbesserung des Bedienungskomforts

Ofensteuerungen sind durch neue Normen geregelt:
DIN Spec 18843 (Teile 1 bis 4)
Steuerung muss für Kaminöfen geprüft sein

Automatische Verbrennungsluftsteuerung – beim Nachlegen



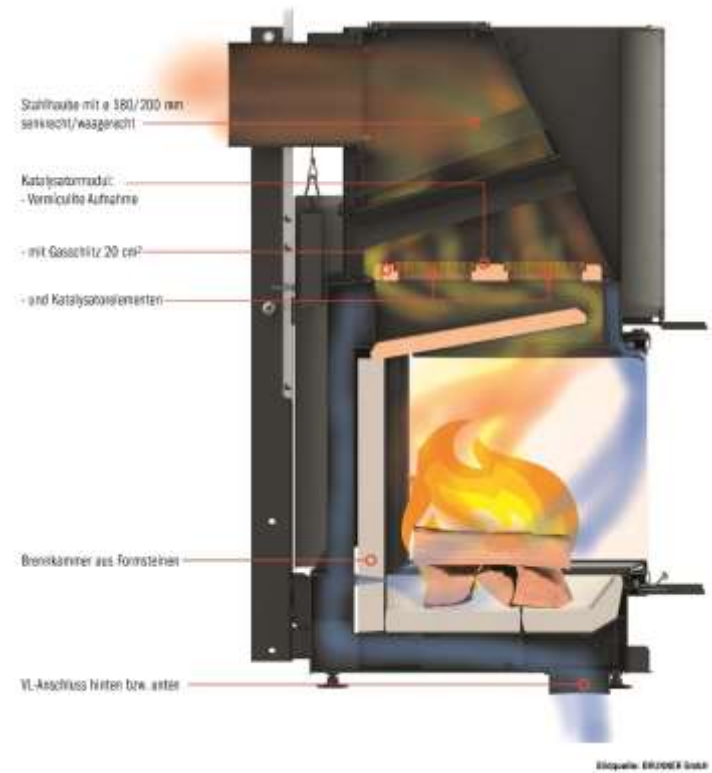
Quelle: BIOS Bioenergiesysteme GmbH

Wirkungen der Steuerung:

- Die Zündphase wird verkürzt (beim Nachlegen).
- Brennraumtemperatur bleibt über einen längeren Zeitraum höher.
- Sauerstoff(O₂)-Gehalt ist niedriger und gleichbleibender während der Hauptbrennphase und beim Ascheausbrand (daher die höhere Brennraumtemperatur!).
- Folglich sind die Kohlenmonoxid(CO)-Emissionen niedriger.

Katalysator – Funktion

- Fördert verbesserten Ausbrand → weniger Emissionen an CO und OGC
- Nur geringe Minderung der Staubemissionen durch Rußabbau, deshalb nicht als Staubabscheider geeignet
- Katalysatoreinbau möglichst nahe der Brennkammer um hohe Temperaturen zu gewährleisten, die für die Reaktionen notwendig sind
- Regelmäßige Entfernung von Staubanhaftungen (Sichtprüfung) - (Bedienungsanleitung beachten)
- Austausch prüfen - abhängig von Betriebsstunden nach ca. 3-4 Jahren (Herstellerangaben beachten)
- Bei nachträglichem Einbau eines Katalysators in die Feuerstätte ist zu prüfen, ob diese dafür geeignet ist!



Quelle: Brunner

Katalysator – Anwendungsmöglichkeiten

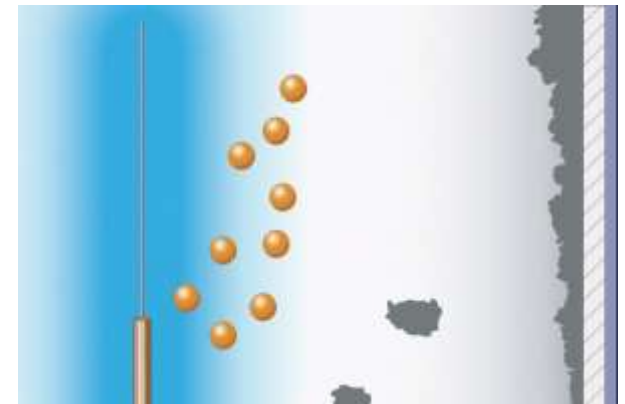
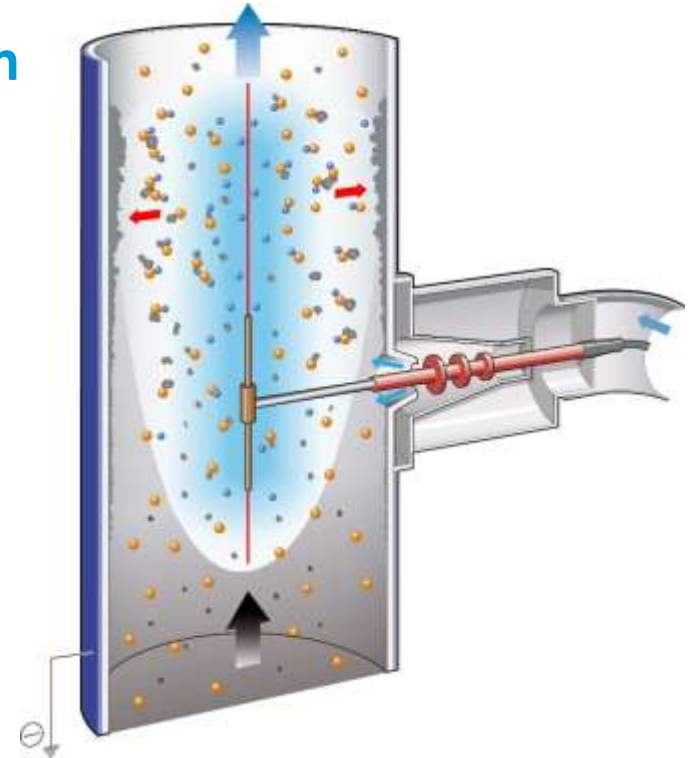
- Integrierter Katalysator im Kaminofen → wird im Rahmen der Typenprüfung untersucht
 - Nachrüstlösungen von Katalysatoren nach dem Abgasstutzen sind am Markt erhältlich:
 - Reinigungseffekt ist erfahrungsgemäß geringer
 - müssen eine entsprechende Zulassung haben (Bauartzulassung vom DIBT)
- Rücksprache mit Schornsteinfeger*in nötig



Quelle: TFZ

Elektrostatische Staubabscheider – Funktion

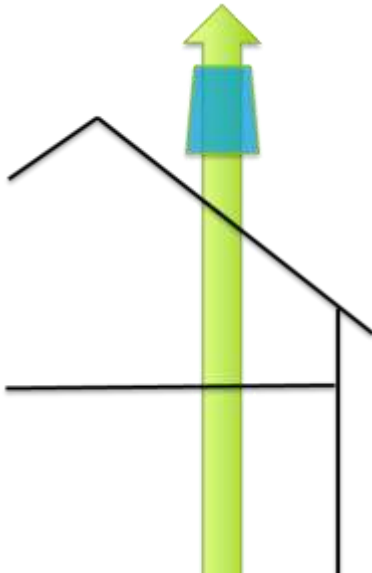
- Im elektrischen Feld werden Partikel aufgeladen
→ diese werden zur Abscheider-Oberfläche hin abgelenkt
- Diese Partikelablagerungen müssen regelmäßig automatisch oder manuell abgereinigt werden
- Reduziert nur Staubemissionen
- Vorteil: geringer Druckverlust
- Austrag größerer Staubflocken möglich, z. B. durch Wiedereintrag abgeschiedener Staubpartikel (vor allem bei Feuerungen mit hohen Staubemissionen)



Quelle: Leonhard Büttner für TFZ

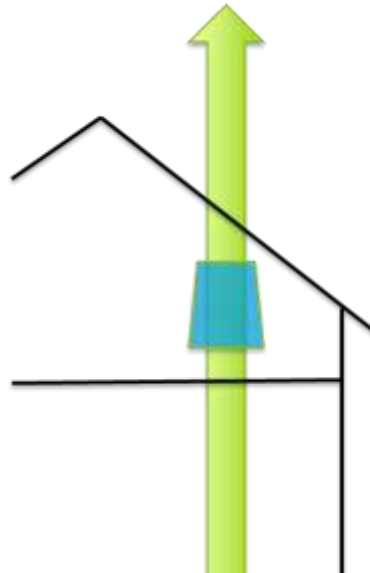
Elektrostatische Staubabscheider – Einbauvarianten

Auf dem Dach



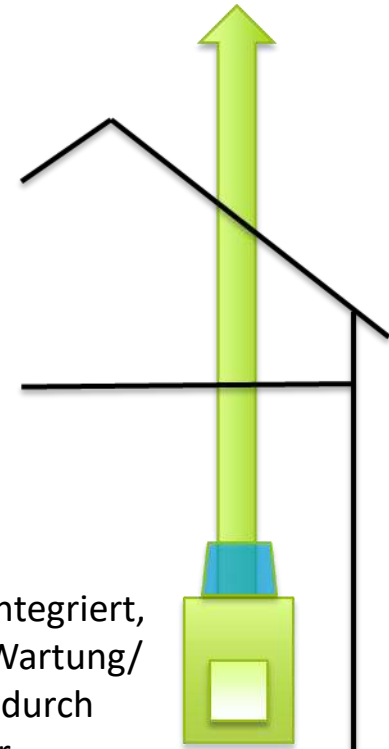
- Für Nachrüstung einsetzbar
- Installation/Wartung auf dem Dach
- große Flocken möglich

Unter dem Dach



- Besser zugänglich für Wartung/Service
- Nachrüstung möglich

Im Ofen



- Technik integriert, Service/Wartung/Garantie durch Hersteller
- z. B. Blauer Engel Kaminöfen

→ Schornsteinfeger muss bei einer Nachrüstlösung/ Änderung an der Abgasanlage informiert werden

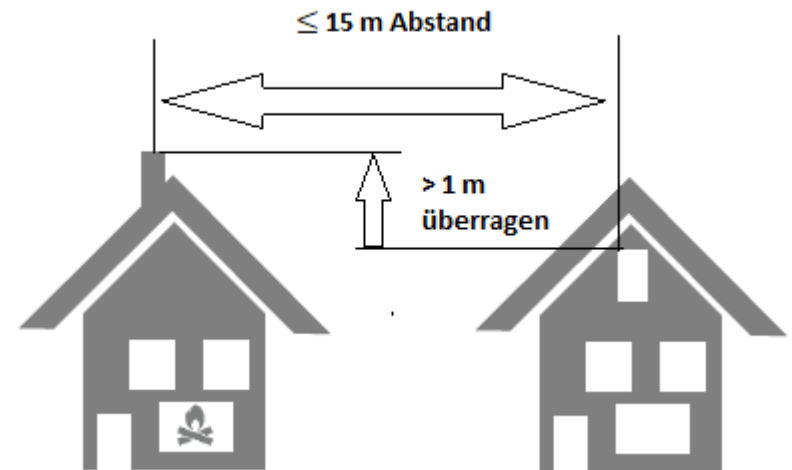
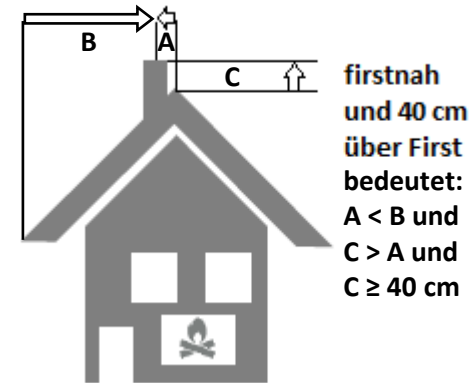
Quelle: DBFZ

Inhalte der Schulung / Agenda

- Motivation für den Ofenführerschein
- Feuerstätten für den häuslichen Gebrauch
- Klimaschutz und Luftreinhaltung
- Gesetzliche Vorgaben & Gütesiegel für Einzelraumfeuerstätten
- Grundlagen Verbrennungsprozess
- Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung
- Aufbau eines Kaminofens
- **Schornstein**
- Auswahl eines Kaminofens
- Brennstoff Scheitholz
- Betrieb eines Kaminofens

Schornsteinhöhen

- Bei **neuerrichteten Feuerungsanlagen** für feste Brennstoffe muss der Schornstein firstnah und 40 cm über First errichtet werden (bei Dachneigung unter 20 Grad – z. B. Flachdächer abweichend).
- Bei **bereits bestehenden Feuerungsanlagen** für feste Brennstoffe oder wenn **diese ausgetauscht/ ersetzt** werden, muss der Schornstein den First mindestens um 40 Zentimeter überragen oder einen horizontalen Abstand von der Dachfläche von mindestens 2,30 Meter (bei Dachneigung unter 20 Grad – z. B. Flachdächer abweichend).
- Die Schornsteinmündung muss Lüftungsöffnungen im Umkreis von 15 Metern um 1 m überragen



Quelle: stark vereinfachte eigene Darstellung; gesetzliche Vorgaben hierzu in der 1. BImSchV (§19) in den LAI Auslegungsfragen https://www.lai-immissionsschutz.de/documents/auslegungsfragen-zum-vollzug-der-1-bimschv_1712762011.pdf oder in der VDI 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017)

Schornstein – Welche Arten gibt es (1)

Gemauerter Schornstein

- Meist in alten Gebäuden vorhanden
- Aus Ziegelsteinen und Mörtel
- Schlechte Wärmedämmung, aber hohe Speichermasse für lange Wärmeabgabe

Edelstahlschornstein

- Einwandig → zur Sanierung von alten gemauerten Schornsteinen geeignet
- Doppelwandig → ist gedämmt und kann nachgerüstet werden; ist witterungsbeständig, korrosionsunempfindlich und resistent gegen Versottung

Luft-Abgas-Schornstein (LAS)

- Zwei Rohrleitungen integriert
- Eine Rohrleitung übernimmt den Abtransport der Abgase und daneben befindet sich ein Rohr für die Frischluftzufuhr
- Vorteil: Verbrennungsluft wird durch heiße Abgase durch Wärmeübertragung vorgewärmt → höhere Effizienz 😊
- Für raumluftunabhängige Kaminöfen geeignet

Quelle: <https://www.ofen.de/wissenscenter/infothek/schornstein-und-abgase/welche-verschiedene-schornsteine-gibt-es>

Schornstein – Welche Arten gibt es (2)

Fertigteilschornstein

- Besteht aus vorgefertigten Elementen
- Hat eine harte Außenschale, die als Dämmung fungiert
- Innenliegendes Rohr
- Direkter Einbau ins Haus möglich
- Nicht alle haben LAS integriert!

Leichtbauschornstein

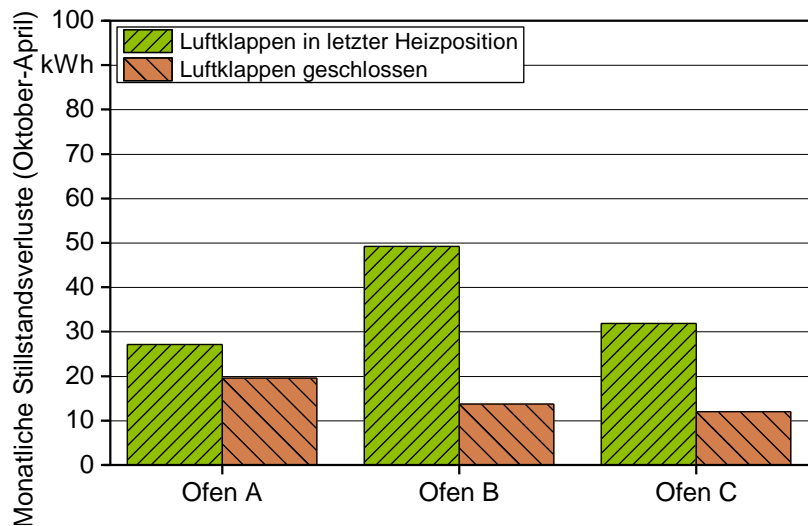
- Geringes Eigengewicht
- Zur Nachrüstung geeignet

Schornsteinmündung sollte firstnah und 40 cm über First liegen

→ Wenn möglich, dann sollte ein innenliegender Schornstein bevorzugt werden, da die Wärme noch an das Gebäude abgegeben werden kann für eine höhere Effizienz.

Schornstein – Leicht vermeidbare Verluste

- Wärmeverluste durch dauerhaft vorhandenen Schornsteinzug
- Abkühlverluste, auch bei raumluftunabhängigen Feuerungen (durch Schornsteinzug wird warme Raumluf abgeleitet und die Ofenabkühlung beschleunigt).
- Summe solcher „Stillstandsverluste“ ca. 270 kWh/Jahr (Luftklappen geschlossen) bis 750 kWh/Jahr (Luftklappen offen) → ca. 65 kg/Jahr an ofentrockenem Buchenscheitholz.



Fazit: Luftklappe schließen, wenn nicht mehr geheizt wird und nichts mehr glüht!

Tipp: Automatische Luftsteuerung vermeidet solche Verluste durch Schließen der Luftzufuhr zum richtigen Zeitpunkt.

Quelle: TFZ

Schornstein – Der richtige Förderdruck

- Förderdruck = Schornsteinzug
- Bestimmt durch Temperaturdifferenz zwischen Abgas und Außentemperatur, Schornsteinhöhe und Abgasmassenstrom
- Zu geringer Förderdruck → führt zu Luftmangel → Rauch tritt in den Aufstellraum aus → geringe Turbulenzen und unvollständige Verbrennung
- Zu hoher Förderdruck → viel Verbrennungsluft im Ofen → heftige Verbrennung mit hohen Emissionen und schlechter Brennstoffausnutzung
- Mindestförderdruck zwischen 10 bis 12 Pa → Bedienungsanleitung!
- Über 20 Pa → Förderdruckbegrenzung (z. B. durch Zugbegrenzer oder Drosselklappe im Abgasrohr) vornehmen (Überprüfung/ Berechnung durch den Schornsteinfeger)!
- Merke: 4 m Schornsteinhöhe mit 150 mm Durchmesser erzeugt etwa 12 bis 15 Pa bei einer Außentemperatur von 15 °C
- **Beratung durch das Schornsteinfegerhandwerk erforderlich!**

Inhalte der Schulung / Agenda

- Motivation für den Ofenführerschein
- Feuerstätten für den häuslichen Gebrauch
- Klimaschutz und Luftreinhaltung
- Gesetzliche Vorgaben & Gütesiegel für Einzelraumfeuerstätten
- Grundlagen Verbrennungsprozess
- Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung
- Aufbau eines Kaminofens
- Schornstein
- **Auswahl eines Kaminofens**
- Brennstoff Scheitholz
- Betrieb eines Kaminofens

Auswahl eines Kaminofens



Quelle: TFZ

Auswahl – Die richtige Leistung

Kaminöfen haben unterschiedliche Wärmeleistung

Spezifischer Wärmebedarf des Gebäudes	Ofenbeheizte Mindestwohnfläche bei Nennwärmeleistung des Ofens		
	5 kW	7 kW	9 kW
70 kWh/(m ² x Jahr) d. h. modernes Gebäude mit modernem Dämmstandard	> 100 m ²	> 100 m ²	>> 100 m ²
160 kWh/(m ² x Jahr) d. h. mittlerer Dämmstandard	50 m ²	70 m ²	90 m ²
300 kWh/(m ² x Jahr) d. h. altes Gebäude mit niedrigem Dämmstandard	30 m ²	40 m ²	50 m ²

- Ofen sollte sorgfältig ausgewählt werden.
- Überdimensionierte Öfen setzen zu viel Wärme in kurzer Zeit frei und verleiten zu Fehlbedienungen wegen zu früher und/oder zu starker Drosselung der Luftzufuhr:
- Teillastbetrieb mit höheren Emissionen oder Überheizung des Wohnraums

Auswahl – Luftstufung, Feuerraumauskleidung und Dichtheit

Luftstufung:

- Ofen sollte über getrennte Primär- und Sekundärluftführung verfügen, nicht leicht erkennbar → Bedienungsanleitung prüfen

Feuerraumauskleidung:

- Diese sollte möglichst dick sein, damit die äußere Hülle des Ofens vor hohen Temperaturen geschützt ist und Wärmeverluste aus dem Brennraum verringert werden.
- Gute Feuerraumauskleidung verbessert auch die Wärmespeicherung und gleicht stark schwankende Brennraumtemperaturen aus.

Luftdichtheit:

- Eine robuste Konstruktion mindert langfristig meist den Falschlufteintritt
- Falschlufteintritt kann die Verbrennung negativ beeinflussen!
- Raumluftunabhängige Kaminöfen sind zu bevorzugen, selbst wenn sie raumluft-abhängig betrieben werden sollten. Auf die Prüfung gemäß 16510-1 nach Typ CA achten, sie ist ein Hinweis auf höhere Fertigungsqualität und -kontrolle!

Auswahl – Luftansaugstutzen und Verbindung zum Schornstein

Zentraler Luftansaugstutzen:

- Vorteilhaft, da universell einsetzbar.
- Für raumluftunabhängigen Betrieb zwingend erforderlich.
- In luftdichten oder zentral belüfteten Gebäuden zwingend erforderlich, z. B. bei gleichzeitigem Betrieb einer Dunstabzugshaube mit Entlüftung nach Außen.

Bedienungsanleitung:

- Ist ein MUSS für jeden Kaminofen. Bitte befolgen Sie die Hinweise!

Verbindung zum Schornstein:

- Ein verlängertes Verbindungsstück ist meist von Vorteil, denn so kann noch mehr Wärme in den Raum abgegeben werden, sofern der Schornsteinzug noch ausreicht.
- Der obere Abgasstutzen ist zu bevorzugen. Es kommt zu einer gleichmäßigeren Durchströmung im Ofen vor dem Abgasstutzen (d. h. keine Kurzschlussströmung), und der Wirkungsgrad steigt im Vergleich zu einem horizontalen Anschluss.

Auswahl – Automatische Verbrennungslufteinrichtung

Automatische Verbrennungslufteinrichtung (DIN TS 18843-Teile 1 bzw. 3):

- Einige Kaminöfen haben eine automatische Verbrennungslufteinrichtung, welche die Luftzufuhr optimal anpasst → Nutzerinnen und Nutzer müssen die Verbrennungsluftzufuhr nicht mehr selbst einstellen

Gütesiegel:

- Alle neuen Kaminöfen müssen die 2. Stufe der 1. BImSchV (2010) erfüllen!
- Empfohlenes Gütesiegel: Blauer Engel für Kaminöfen.
- Weitere mögliche Qualitätssiegel: HKI-Qualitätszeichen und TÜV Süd

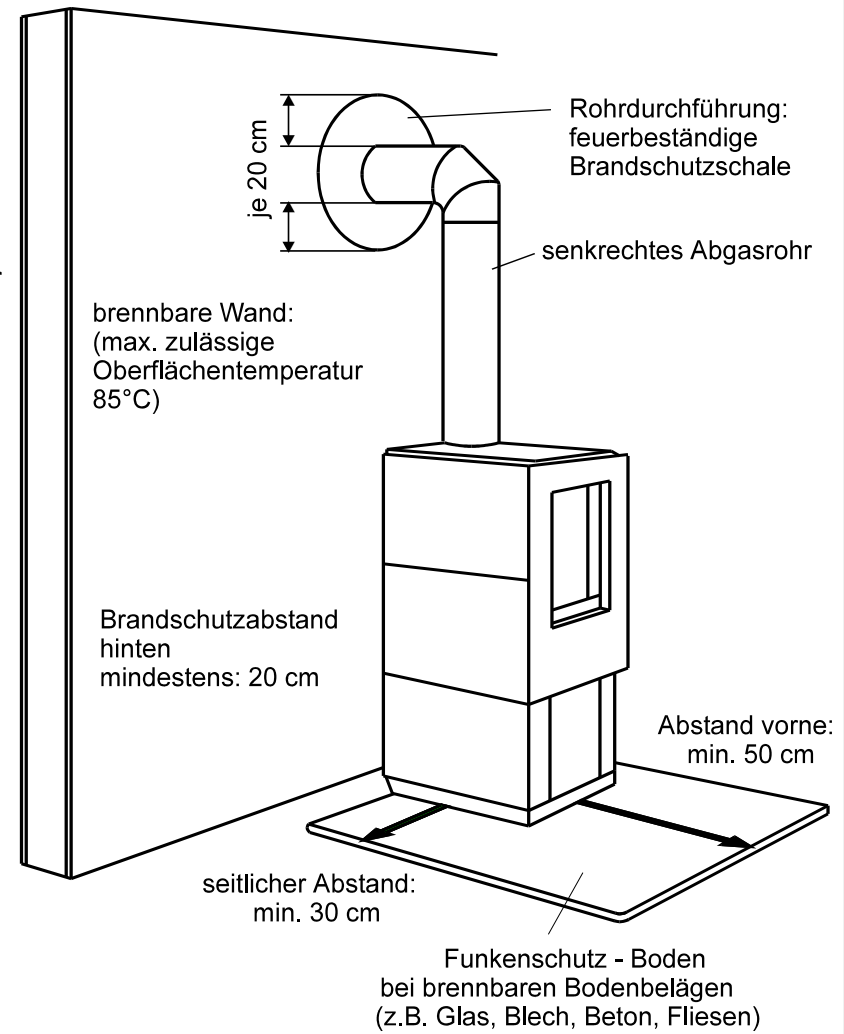
Mögliche Feuerstätte

Nach der Auswahl (d. h. noch vor der Anschaffung) des ausgewählten Ofens:

- **Schornsteinfegerhandwerk hinzuziehen!** Hier wird geprüft, ob die vorgesehene Feuerstätte auch an den vorhandenen Schornstein/die Raumgröße passt! → kann Fehlinvestition und viel Ärger ersparen! Achtung: Bei gebrauchten Öfen ist die Zulässigkeit noch weiter eingeschränkt! Öfen müssen die 2. Stufe der 1. BImSchV erfüllen!
- Schornsteinfeger auf die Ableitbedingungen (Schornsteinhöhe) ansprechen ob diese ausreichend ist und den gesetzlichen Anforderungen entspricht. Schornsteinfeger:in prüft auch, ob ggf. Druckwächter oder weitere Bauteile notwendig sind.
- Nach der Installation und **vor** der Inbetriebnahme **muss** der Kaminofen final vom Schornsteinfegerhandwerk abgenommen werden, sonst könnte die Feuerstätte stillgelegt und der Bauaufsicht gemeldet werden!
- Bei Vorhandensein oder einer geplanten Installation von Raumluf absaugenden Anlagen wie Lüftungs- oder Warmluftheizungsanlagen, Dunstabzugshauben sind besondere Sicherheitsvorkehrungen zu treffen. Kontakt zum Schornsteinfeger sollte vorab aufgenommen werden.
- Schornsteinfeger:in übernimmt die Feuerstättenschau (zweimal innerhalb von 7 Jahren) und das Kehren des Schornsteins (abhängig von der Häufigkeit der Nutzung und Betrieb zwischen 1 bis 4 mal pro Jahr).

Aufstellen eines Kaminofens

- Sicherheitsabstände zu brennbaren Materialien einhalten!
- Anschluss des Kaminofens an den Schornstein von einer Fachkraft durchführen lassen
- Anschluss eines Kaminofens an den Schornstein muss dem zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister:in angezeigt werden zur Abnahme
- Oberen Abgasanschluss bevorzugen für verbesserte Wärmeabgabe über das längere Verbindungsstück



Quelle: TFZ

Inhalte der Schulung / Agenda

- Motivation für den Ofenführerschein
- Feuerstätten für den häuslichen Gebrauch
- Klimaschutz und Luftreinhaltung
- Gesetzliche Vorgaben & Gütesiegel für Einzelraumfeuerstätten
- Grundlagen Verbrennungsprozess
- Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung
- Aufbau eines Kaminofens
- Schornstein
- Auswahl eines Kaminofens
- **Brennstoff Scheitholz**
- Betrieb eines Kaminofens

Brennstoff für den Kaminofen



Quelle: TFZ

Scheitholz – Beschaffung – Auf was ist zu achten?

- Verschiedene Holzarten werden angeboten, teilweise Gemische, die Hauptholzart sollte möglichst beim Verkauf angegeben sein.
- Schwerere Harthölzer sind: Buche, Eiche, Birke, Esche, Robinie, Ulme
- Leichtere Weichhölzer sind: Fichte, Kiefer, Tanne, Douglasie, Lärche, Pappel, Weide
- **Die richtige Scheitlänge bestellen!** → Bedienungsanleitung lesen 😊
- **Der Wassergehalt sollte zwischen 10 und 20 % betragen (entspricht Feuchtegehalt von 11 bis 25 %).**
(optimal: 12 bis 15 % Wassergehalt)
- Unbedingt auf Regionalität und Nachhaltigkeit/Zertifikate (z. B. FSC) achten!
→ kurze Transportwege
- Vorsicht: Maßeinheit beim Kauf von Scheitholz beachten!

Scheitholz – Beschaffung – Wo bekommt man das Holz her?

- Brennstoffhandel
- Selbstversorgung im Wald → Leseschein (Holzsammelschein) notwendig für Nicht-Waldbesitzer, beim Forstamt erfragen. Aber Achtung: Es ist ggf. ein Motorsägenführerschein und geeignete Sicherheitskleidung erforderlich!!
- Waldbauern-Genossenschaften oder Forstbetriebsgemeinschaften
- Aus dem eigenen Wald, sofern man Wald besitzt
- Baumarkt → Achtung: Herkunft und Wassergehalt beachten!
- Generell: Auf regionale Herkunft achten! Das sichert eine nachhaltige Erzeugung.

Scheitholz – Gebindearten – Beispiele

im Netzsack mit 12,5 dm³



im Holzverschlag mit 1 Rm

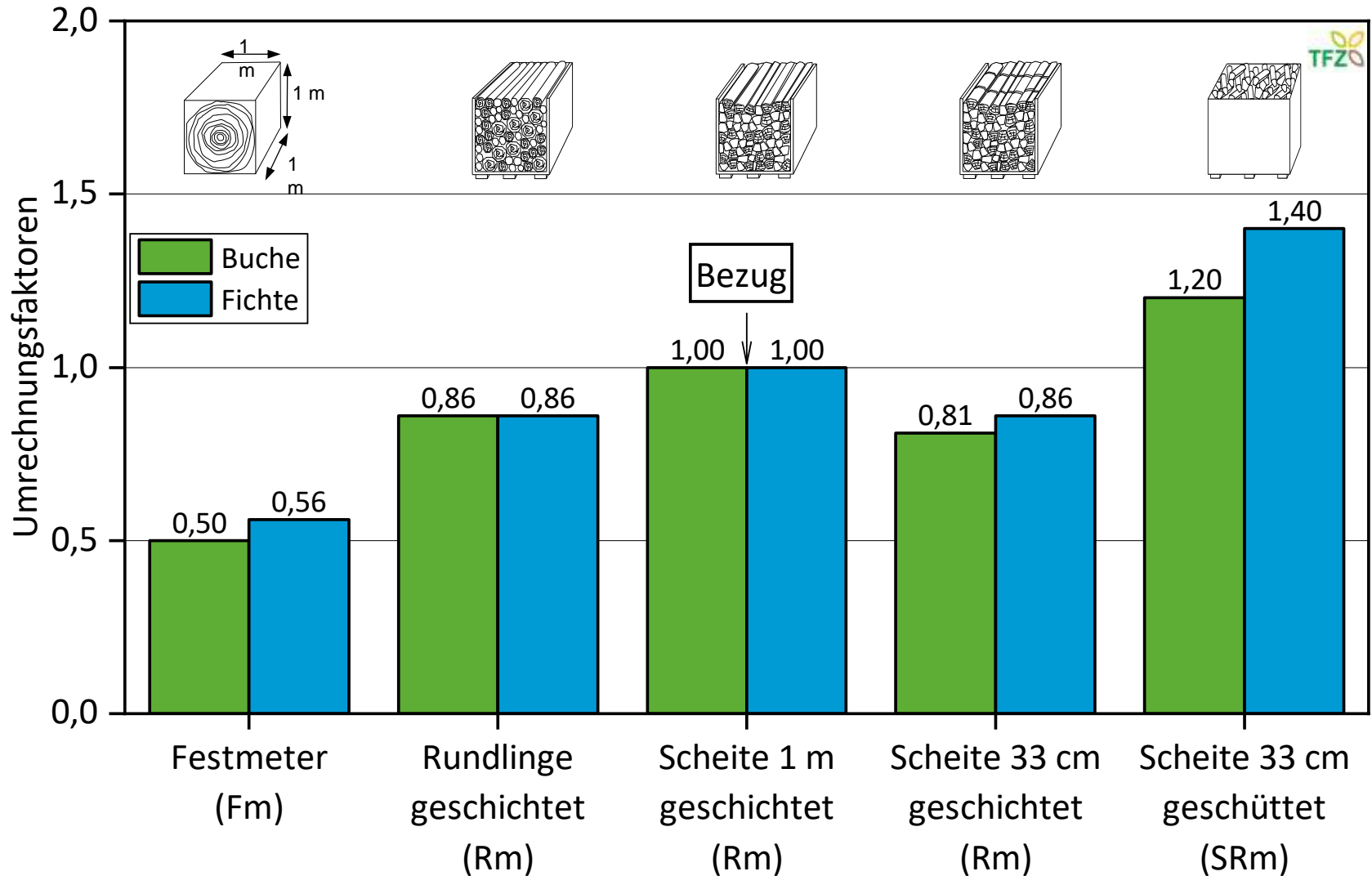


lose geschüttet, 5 Rm



Quelle: TFZ

Scheitholz – Umrechnungsfaktoren für verschiedene Maße



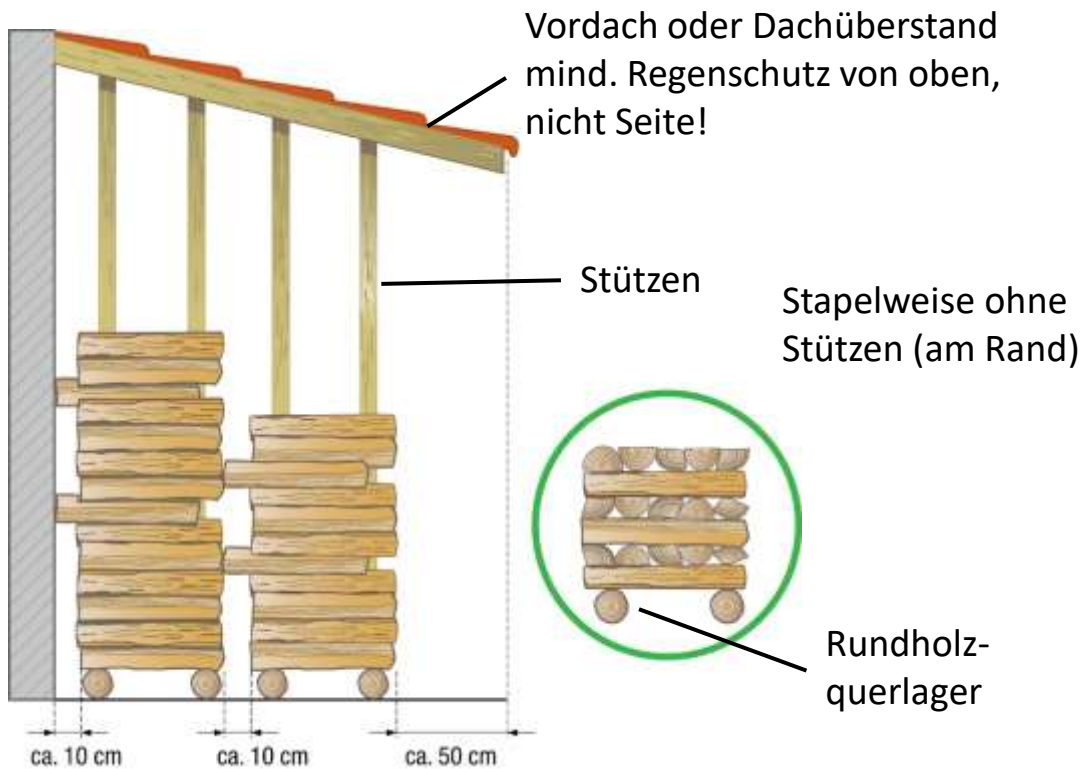
Quelle: TFZ

Scheitholz – Lagerung – Fragen an die Teilnehmer

- Wie würden Sie das Holz lagern bzw. wie lagern Sie das Holz derzeit?
 - Im Freien oder im Haus oder im Schuppen/Schauer?
 - Ist das Holz abgedeckt und was ist abgedeckt? Nur oben oder auch seitliche Abdeckung?
 - Welche Länge haben die Scheite?
 - Sind die Scheite gespalten?
 - Wie wird gelagert: direkt auf dem Boden/auf der Erde?
 - Wie lange wird das Holz gelagert?

Scheitholz – Lagerung – So sollte es gehen 😊

- An gut belüftetem, möglichst sonnigem Standort regengeschützt lagern!
- Kreuzweise stapeln verbessert das Trocknen.
- Nicht direkt an die Hauswand heranstapeln, sonst ist keine gute Durchlüftung gewährleistet.



Quelle: Leonhard Büttner für TFZ



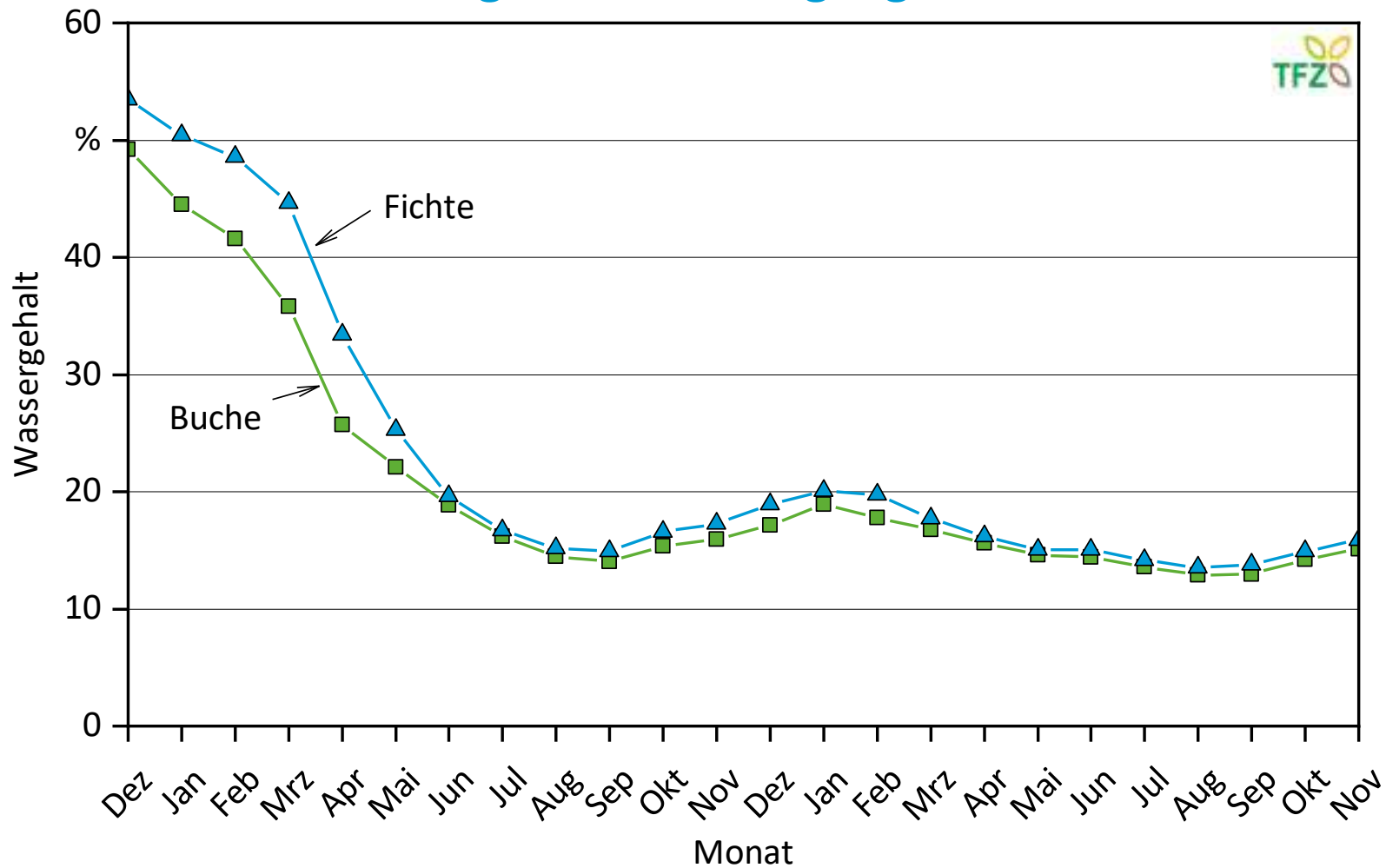
Scheitholz – Lagerung – Ist das ein gutes Lager oder nicht?



- Gespaltenes Holz gut belüftet aufgestapelt
- Aber: Abdeckung fehlt
- Holz scheint direkt am Boden zu liegen → bleibt unten nass bei Lagerung mit Kontakt zum Erdreich → Fäulnis und Verrottung

Quelle: TFZ

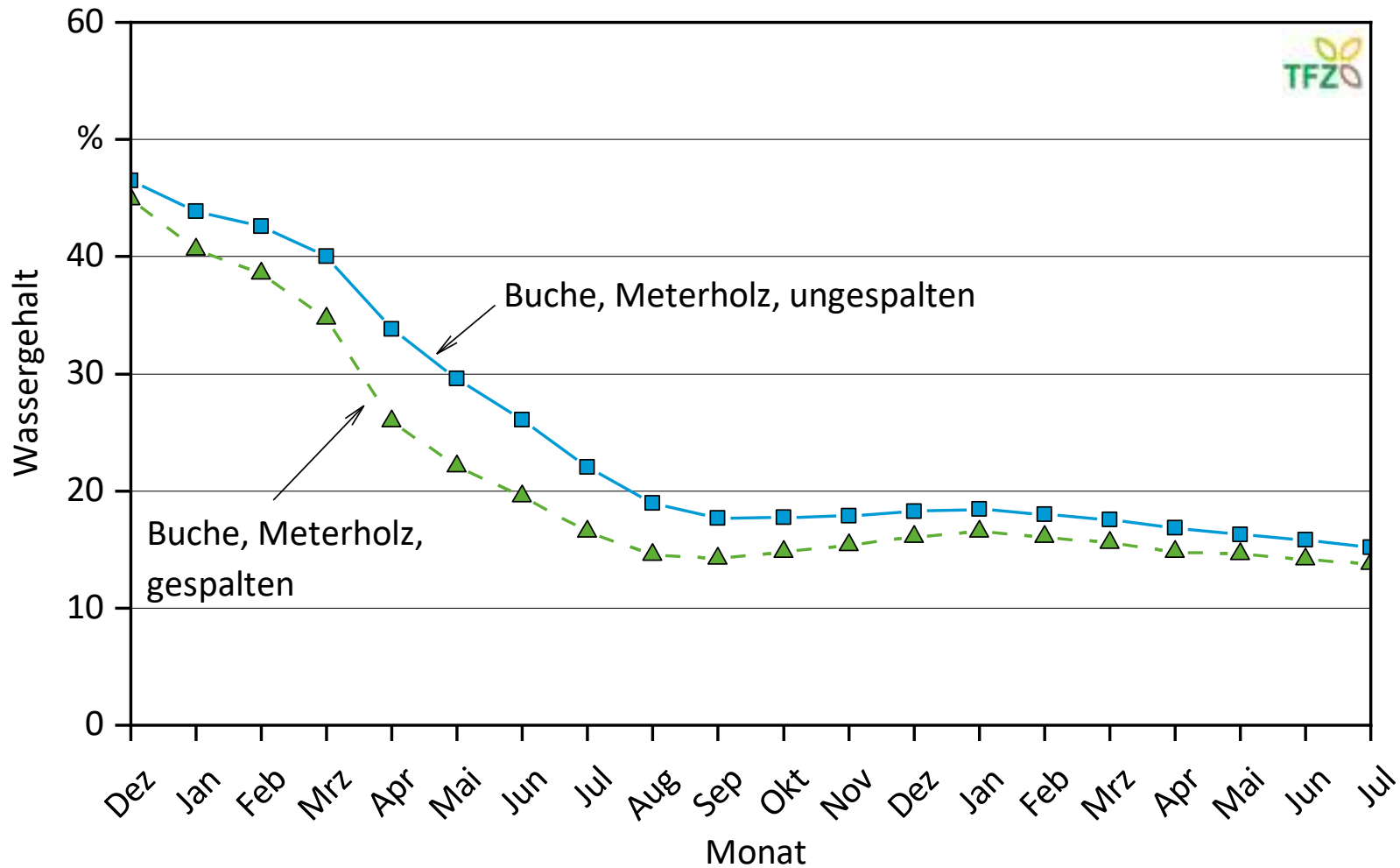
Scheitholz – Trocknungsverlauf im regengeschützten Außenbereich



- Nach ca. 1 Jahr ausreichend getrocknet bei abgedeckter und luftiger Lagerung
- Wassergehalt für optimalen Ofenbetrieb liegt zwischen 12 und 15 %

Quelle: TFZ

Scheitholz – Trocknungsverlauf gespalten/ungespalten



- Gespaltenes Holz trocknet schneller 😊

Quelle: TFZ

Scheitholz – Frage

Was ist der ideale Wassergehalt für eine optimale Verbrennung?

- a) 15 – 20 %
- b) 12 – 15 %
- c) 20 – 25 %
- d) 5 – 12 %

Richtige Antwort: b) 12 – 15 %

Bei guter Lagerung über mindestens 12 Monate im Freien sollte dieser Wassergehalt erreicht sein. Ein Handmessgerät kann hier Klarheit bringen.

Scheitholz – Wassergehalt prüfen

- *ÜBUNG*
- Möglichkeiten der Bestimmung des Wassergehalts für den Nutzer:
 - Auf eine Stirnseite des Scheites etwas Seifenlauge geben und durchpusten → Bilden sich auf der anderen Seite Blasen, ist das Holz ausreichend getrocknet und kann verwendet werden → funktioniert bei Buche
 - <https://www.youtube.com/watch?v=HzzxXA-jQEg>

Scheitholz – Wassergehalt prüfen

- Schnelltestgeräte z. B. aus dem Baumarkt für ca. 20 Euro
- Dazu ein Scheit spalten und an der Spaltfläche den Wassergehalt bestimmen, da das Holz meist außen trockner ist als im Inneren



Scheitholz – Zusammenfassende Tipps

- Kein waldfrisches Holz verbrennen
- Übertrocknetes Holz vermeiden → keine längere Lagerung in überheizten Räumen bzw. aus technischer Warmlufttrocknung
- Scheite kürzer als die Breite des Feuerraums wählen → Kontakt zum Glutbett
- Hartholz beim Nachlegen bevorzugen
- Mittlere Dicke von 6 bis 12 cm bzw. 20 bis 30 cm im Umfang (armdick, ca. Stärke einer “Merkel-Raute”)
- Gespaltene Scheite anstatt Rundlinge bevorzugen
- Kleinholz nur zum Anzünden
- Verunreinigte Holzscheite vermeiden (mit Boden- oder Staubanhaftungen)
- Wenn möglich, Wassergehalt mit einem Schnellmessgerät prüfen
- Scheitholz vor Verwendung ca. 1 Tag schon bei Raumtemperatur lagern und nicht die kalten Scheite in den heißen Ofen legen 😊
- Auf regionale Herkunft achten
- Regenfeuchtes Holz vermeiden! → zündet schlecht

Brennstoff Holzbriketts



Quelle: TFZ

Holzbriketts – Die Vielfalt ist groß, aber **nicht** alles erlaubt!



**Rinden- und Kaffeebriketts,
sowie Papierbriketts
sind verboten!**

Quelle: TFZ

Holzbriketts – Tipps zum Kauf

- Beim Kauf auf das ENplus A1 oder das DINplus Gütesiegel achten! → nicht alle Briketts im Handel tragen dieses Gütesiegel!



- Hellere Holzbriketts bevorzugen, da diese meist einen geringeren Aschegehalt aufweisen.
- Derzeit werden vermehrt verschmutzte „Holzbriketts“ verkauft, d. h. sehr dunkle und krümelige „Briketts“ ohne Gütesiegel → nicht kaufen!
- Holzbriketts in Innenräumen lagern! Trocken!
- Holzbriketts dürfen nicht nass werden → quellen und zerfallen sonst

Holzbriketts – Welche würden Sie kaufen?



1

Nein!
kein Gütesiegel abgedruckt



2

JA!
ENplus A1 ☺ abgedruckt



3

NEIN!
Kein Gütesiegel abgedruckt
Sehr dunkel und zerfällt schon
im Karton

Quelle: TFZ

Holzbriketts – Weitere Tipps

- **KEINE** Rinden-/Kaffeebriketts, auch wenn diese als Gluthalter in diversen Märkten und online-Shops beworben werden → **KEIN** zulässiger Brennstoff gemäß 1. BImSchV und führen während der Verbrennung zu hohen Emissionen.
 - Nicht in jedem Kaminofen sind Holzbriketts erlaubt! → Bedienungsanleitung prüfen!
 - Vergleichbarer Ascheanfall wie bei Scheitholz, der Rohstoff ist der gleiche!
→ Nicht immer der Werbung glauben!
 - Beim Öffnen der Ofentür ist bei Holzbriketts aufgrund der losen Aschestruktur mit erhöhtem Ascheflug in den Wohnraum zu rechnen
 - Ähnliche Abbranddauer wie bei Scheitholz
- Holzbriketts bieten bei der Verbrennung keine klaren Vorteile gegenüber Scheitholz!

Brennstoff Anzündhilfen und unzulässige Brennstoffe



Brennstoffe – Anzündhilfen für Scheitholz und Holzbriketts

- Anzündholz (nur in kleinen Mengen):
Grobhackgut, Reisig, Holzstäbe, Holzsplitter
- Anzündhilfen (nur in kleinen Mengen): wachsgetränkte Holzfaser- oder Holzwolleblöcke, Anzünder aus Paraffin (mit Holzfasern)
- Anzünder, die aus Folie herausgenommen werden, z. B. Tabs.
- **KEINE** flüssigen Anzündhilfen!
- Bei der Verwendung von Holzbriketts im regulären Betrieb empfiehlt es sich, mit kleinem Anzündholz den Ofen zu starten.



Brennstoffe – Unzulässig (1)!

- nicht-naturbelassenes Holz, d. h.:
 - Holzschutzmittel-behandeltes Holz
 - lackiertes, verleimtes Holz
 - beschichtetes Holz
 - Spanplattenreste
 - Imprägnierte Hölzer
- Nicht-Holz-Briketts (z. B. Stroh, Rinde, Kaffee)
- Papier, Karton, Kunststoffe, etc.
- Kohlebriketts: wenn der Ofen dafür keine Zulassung hat!



Quelle: TFZ

Brennstoffe – Unzulässig (2)!

- Kamin- und Schornstein-Entrußer
 - Kaminblöcke aus Sägespänen mit Wachs → Laut Anleitung nur in Kaminofen legen und Papier auf beiden Seiten anzünden.
 - Selbst hergestellte oder gekaufte Papierbriketts
 - Ein Ofen ist keine Müllverbrennungsanlage! Sie schaden sonst der Umwelt und dem Ofen!
 - Weihnachtsbäume (zu feucht und zu viele Nadeln)
-
- Nur naturbelassenes Holz mit anhaftender Rinde erlaubt!!
 - Kritisch das Angebot im Markt bewerten!

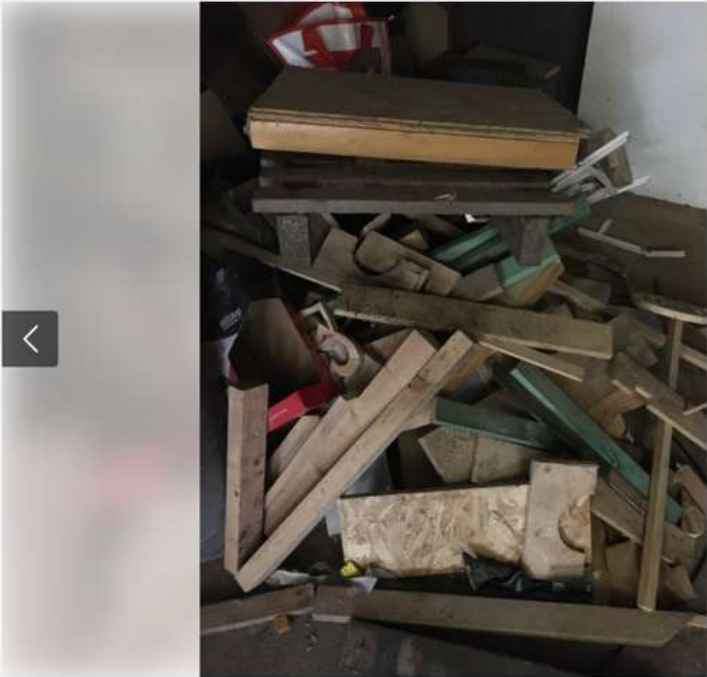
Brennstoffe – Altholzentsorgung über Kleinanzeigen-Portale?

https://www.ebay-kleinanzeigen.d

Anlagenbezogener... SaFa BeReal - Home Bioenergiedaten Bl... Englisch - Deutsch... easy-Online - Nutz... Energie aus Biomass... TIB Entwicklung einer a... Feuerungstechnik S... für Aktuelle Bekannt... Kaminöfen für Holz... FRED - Feste Regen... Weitere Favoriten

Brennholz Alle Kategorien F2Z-Öfen Öfen-Öfen Finden Anzeige abgegeben Mein

Kleinanzeigen > Verschenken & Tauschen > Verschenken



1/8

Nachricht schreiben

Zur Merkliste hinzufügen

Anzeige teilen

Anzeige melden

Brennholz zu verschenken

Nicht alles, was verkauft/verschenkt/angeboten wird, ist auch für den Kaminofen geeignet bzw. zulässig!

Inhalte der Schulung / Agenda

- Motivation für den Ofenführerschein
- Feuerstätten für den häuslichen Gebrauch
- Klimaschutz und Luftreinhaltung
- Gesetzliche Vorgaben & Gütesiegel für Einzelraumfeuerstätten
- Grundlagen Verbrennungsprozess
- Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung
- Aufbau eines Kaminofens
- Schornstein
- Auswahl eines Kaminofens
- Brennstoff Scheitholz
- **Betrieb eines Kaminofens**

Der Betrieb eines Kaminofens



Quelle: TFZ

Der Betrieb des Kaminofens – Vor dem Anzünden (1)

- Kaminofen kurze Sichtprüfung, auch Dichtungen.
- Evtl. Asche aus dem Kaminofen entfernen. Rost muss frei sein sofern vorhanden.
- Bei rostlosen Feuerungen immer etwas Asche im Brennraum belassen.
- Aschekasten muss vor dem Anzünden bis an die Dichtungen gedrückt und gut verschlossen sein. Sonst tritt Falschlucht während der Verbrennung ein!



Aschekasten ist zu



Aschekasten ist leicht offen!!

- Wird vom Hersteller ein kurzes Offenlassen des Aschekastens beim Nachlegen empfohlen, dann sollte dieser Kaminofen **nicht** gekauft werden.

Quelle: TFZ

Der Betrieb des Kaminofens – Vor dem Anzünden (2)

- Ggf. vorhandene Drosselklappe zum Schornstein öffnen.
- Anzünden kann in Übergangsjahreszeiten schwierig sein aufgrund geringer Temperaturunterschiede und somit schwachem Schornsteinzug! → kann zu hoher Qualmentwicklung führen
- Das Anzünden kann schwierig sein, wenn die Sonne direkt auf die Schornsteinmündung scheint und so der Temperaturunterschied zu gering ist → Rauch kann in den Aufstellraum austreten, obwohl die Feuerstätte i. O. ist.
- Ein Rauchmelder sollte im Aufstellraum installiert sein → Brandschutz
- Regelmäßiges Stoßlüften beim Betrieb ist empfehlenswert!
- Ein CO-Melder ist zu empfehlen!

Der Betrieb des Kaminofens – Das Anzünden

- Bedienungsanleitung lesen! Optimales Anzünden meist bebildert in der Anleitung ☺
- Meist wird das Anzünden von OBEN empfohlen.

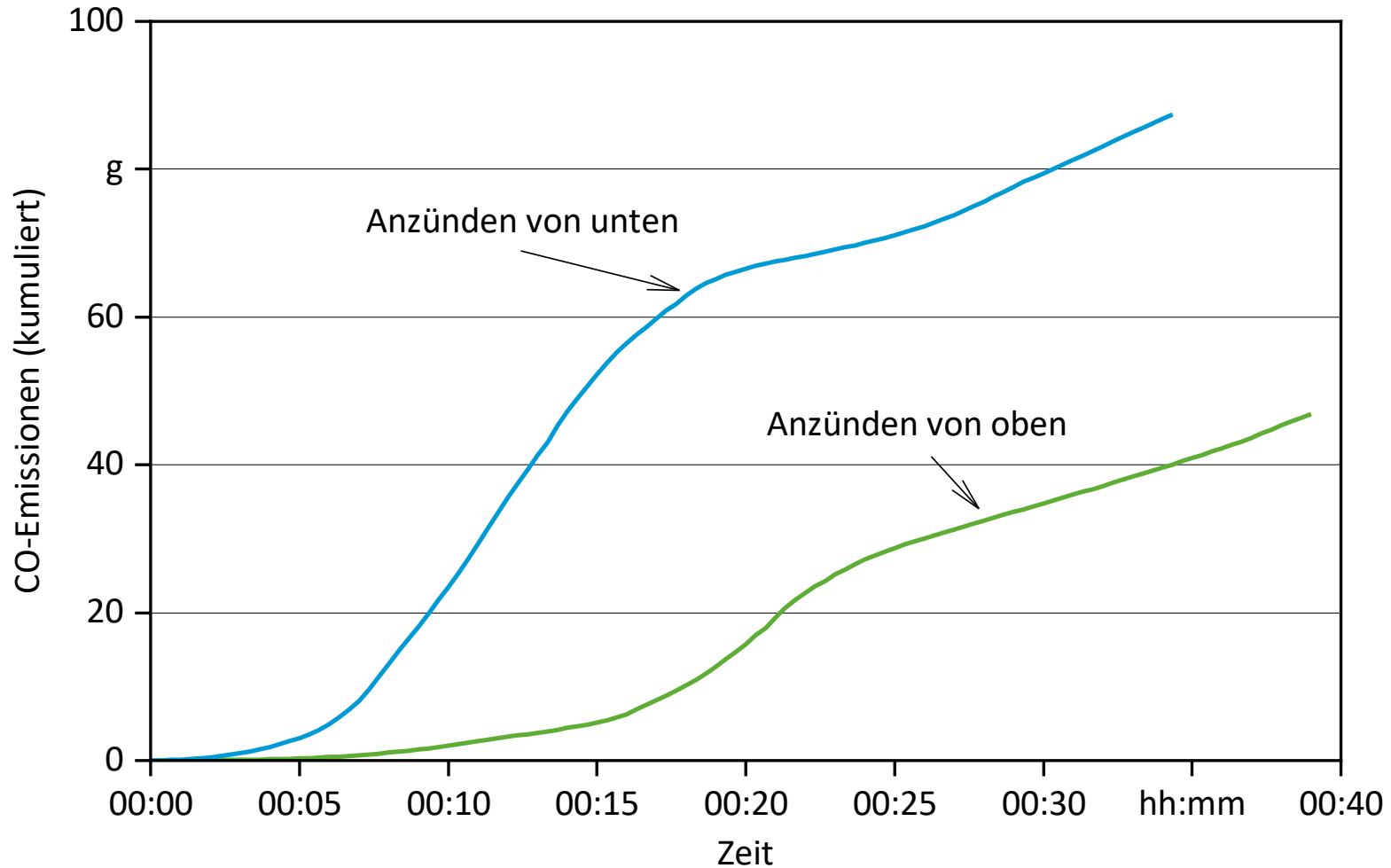


- Einige Bedienungsanleitungen empfehlen das Anzünden von UNTEN.



Der Betrieb des Kaminofens – Das Anzünden

- Anzünden von oben meist vorteilhaft, wie hier im Beispiel.



Quelle: Messungen an Kaminofen, 8 kW, TFZ

Der Betrieb des Kaminofens – Das Anzünden

- Papier ist ungünstig zum Anzünden aufgrund der kurzen Brenndauer, der Stapel sackt nur zusammen und die Flammen werden leicht erstickt.



- Holz nicht als „Pyramide“ einstapeln



- Schon beim Anheizen auch dickere Scheite verwenden (und nicht nur die feinen Anzündhölzer), dadurch entsteht ein gutes Glutbett für Folgeabbrände.
- Brennraum nicht überfüllen mit Kleinholz → dem Feuer Freiraum geben ☺
- Sollte der Zündvorgang nicht funktionieren, prüfen inwiefern alle Bedingungen für den Vorgang erfüllt sind. Ggf. kann ein zusätzlicher Anzünder eingesetzt werden.

Der Betrieb des Kaminofens – Das Anzünden

- *ÜBUNG: Anzündmodul wird durch Teilnehmer nachgebaut*
- Beispielhaft 2 Bedienungsanleitungen zur Verfügung stellen:
 - Teilnehmer sollen „Anzündmodul“ anhand der Skizzen der Anleitung mit dem mitgebrachten Material nachbauen
 - Wahl einer Anzündhilfe (es stehen mehrere zur Auswahl, auch Papier)

Der Betrieb des Kaminofens – Das Anzünden - Quiz

- Was darf zum Anzünden verwendet werden?
 - a) Anzündwürfel
 - b) brennbare Flüssigkeiten
 - c) Papier
 - d) Anzündholz (Buche oder Fichte)
 - e) in Wachs getränkte Holzwolle
 - f) Rindenbriketts
 - g) Holzscheite

Korrekt sind: a, d, e, g

Der Betrieb des Kaminofens – Das Anzünden

Sorgfältiges Anzünden

geordnet mit Anzünder und Kleinholz



- geeigneter Anzünder mittig platziert
- Anzündholz kreuzweise aufgeschichtet
- ausreichend Anzündholz (z.B. Fichte)
- zwei kleine Scheite, schmale Seite nach innen
- zwei kleine Scheite, dicke Seite nach innen

Nachlässiges Anzünden

ungeordnet mit Papier und Kleinholz



- Papier z.B. Zeitung
- zerknüllt und mittig platziert
- Anzündholz im „Scheiterhaufen-Prinzip“ aufschichten
- Scheite nach dem selben Prinzip darüber

Video: TFZ

Der Betrieb des Kaminofens – Das Nachlegen – So geht's

- Nachlegen, kurz nachdem die gelben Flammen erloschen sind (linkes Bild).
- Brennraumbür langsam und vorsichtig öffnen, sonst treten Rauch oder Asche aus.
- Vorhandene Glut gleichmäßig verteilen (z. B. mit Holzscheit).
- Mindestens 2 Scheite mit gutem Kontakt zum Glutbett, **nicht** zu nahe an die Sichtscheibe legen.
- Möglichst nur gespaltene Scheite oder Holzbriketts verwenden.
- Holz mit Spaltfläche nach unten nachlegen (rechts Bild).
- Holz vorsichtig einlegen, NICHT werfen, sonst wird der Schamott beschädigt ☹.
- Lufteinstellung evtl. anpassen an weiteren Betrieb.
- Herstellerangaben beachten!



Quelle: TFZ

Der Betrieb des Kaminofens – Das Nachlegen – So geht's NICHT



Keine einzelnen Scheite, auch nicht zu dicke!



Nicht überladen! Luftzufuhr ggf. in Rückwand nicht blockieren!



Nicht diagonal!
Kein Kontakt zum Glutbett ☹️



Großen Abstand vermeiden!

Der Betrieb des Kaminofens – Das Nachlegen – Die richtige Menge

- Was ist die korrekte Menge für einen Kaminofen? → **Bedienungsanleitung!**
- Annahmen: Wassergehalt von 15 %, Wirkungsgrad von 75 %
 - Heizwert Buche: 4,2 kWh/kg (15,3 MJ/kg)
 - Heizwert Fichte: 4,3 kWh/kg (15,6 MJ/kg)

Leistung Kaminofen [kW]	Holzmenge [kg]
4	1,0 (2 Scheite)
5	1,2 (2 Scheite)
6	1,4 (2 – 3 Scheite)
7	1,7 (3 Scheite)
8	1,9 (3 Scheite)

Achtung: Dicke der Scheite ist abhängig von der Holzart!

ÜBUNG: Teilnehmer sollen die Brennstoffmenge für einen 6 kW Ofen „zusammenstellen“.

Der Betrieb des Kaminofens – Das Nachlegen – Die richtige Menge

- Vergleich von 2 Scheiten Buchen- und Fichtenholz

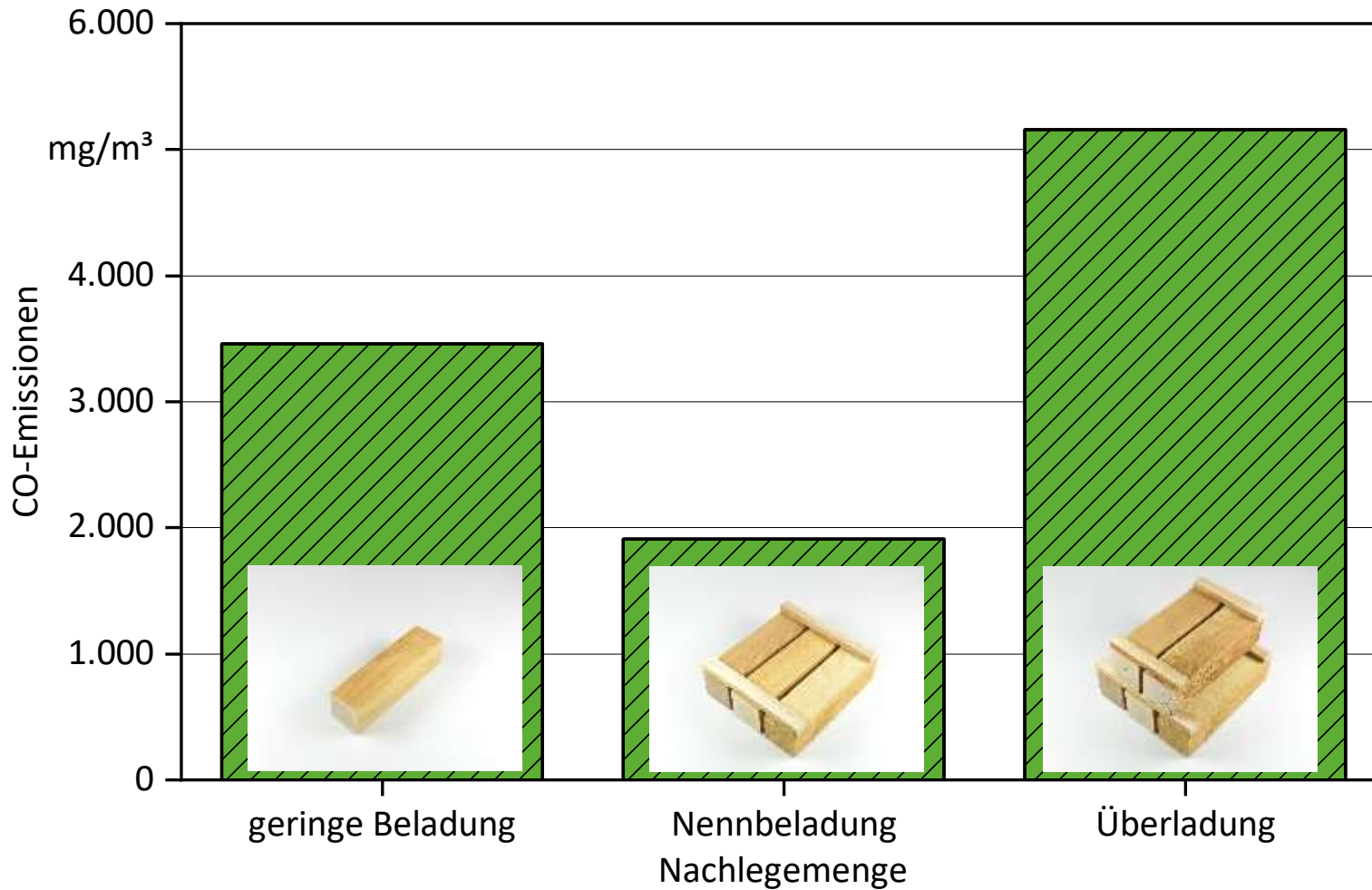
Fichtenholz

Buchenholz



- Scheitdicke ist bei beiden Holzarten unterschiedlich!!! Mit Fichte könnte evtl. Brennkammer zu „voll“ sein für einen guten Gasausbrand.

Der Betrieb des Kaminofens – Das Nachlegen – Die Menge



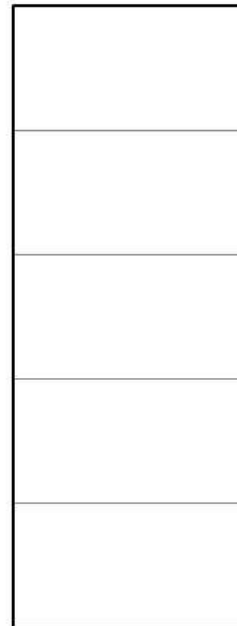
- Keine einzelnen Scheite nachlegen.
- Überladung vermeiden! Dadurch werden ggf. Luftzuführungen blockiert!

Quelle: TFZ Bericht Nr. 36

Der Betrieb des Kaminofens – Das Nachlegen – Die Menge

Richtige Holzmenge

nach Herstellerangabe



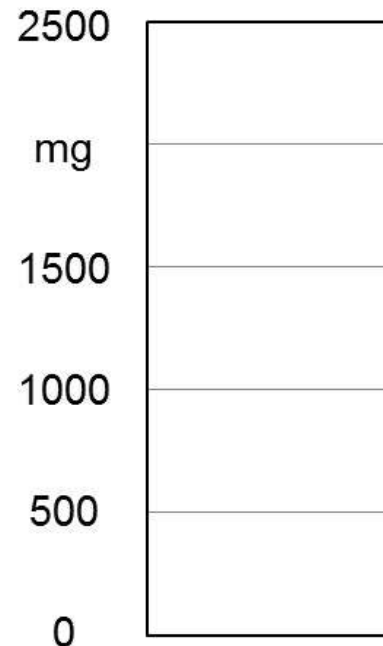
- optimale Brennstoffmenge im Brennraum
- genug Abstand zu den Luftdüsen
- ausreichende Verweildauer der Brenngase
- nahezu vollständiger Gasausbrand
- **geringer Staubausstoß**

Überladener Brennraum

1,7-faches der Herstellerangabe



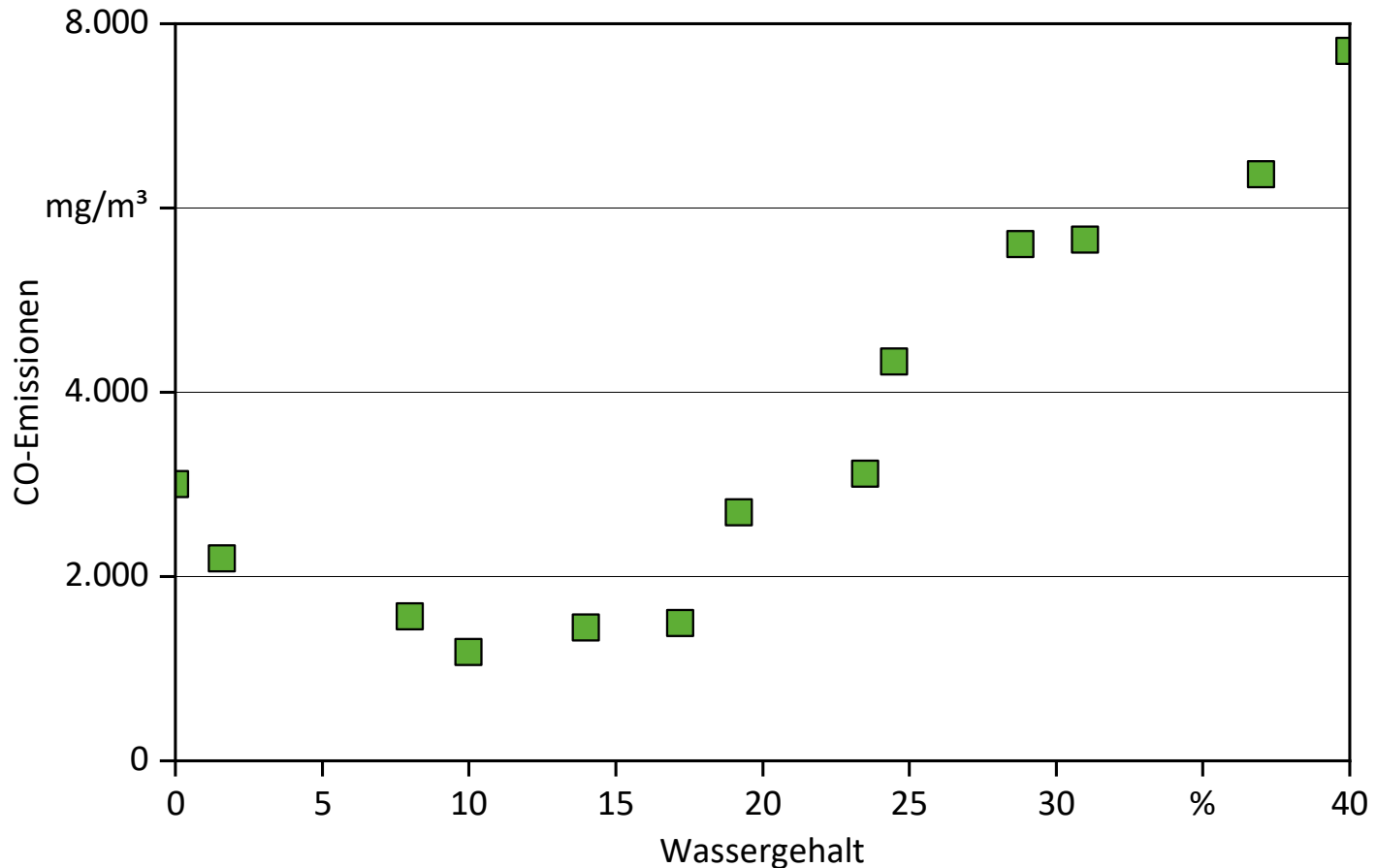
Staubausstoß



- zu viel Brennstoff im Brennraum
- wenig Abstand zu den Luftdüsen
- zu kurze Verweildauer der Brenngase
- eher unvollständiger Gasausbrand
- **hoher Staubausstoß**

Video: TFZ

Der Betrieb des Kaminofens – Das Nachlegen – Wassergehalt



- Nur ausreichend getrocknetes Holz verwenden.
- Holz nicht übertrocknen! (zu trockenes Holz noch einige Wochen lagern)
- Regennasses Holz zündet sehr schlecht und verursacht hohe Emissionen!

Quelle: TFZ Bericht Nr. 36

Der Betrieb des Kaminofens – Nachlegen von zu feuchtem Brennstoff

Trockener Brennstoff

Wassergehalt 14 %



- trockenes Holz zündet schnell
- schnelles Erreichen der optimalen Brennraumtemperatur
- → es entstehen wenig unverbrannte Gase
- **geringer Staubausstoß**

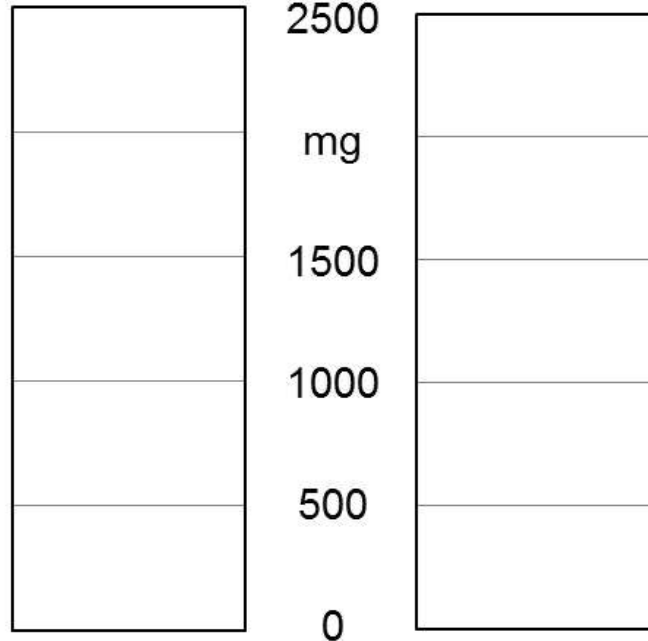
Feuchter Brennstoff

Wassergehalt 29 %

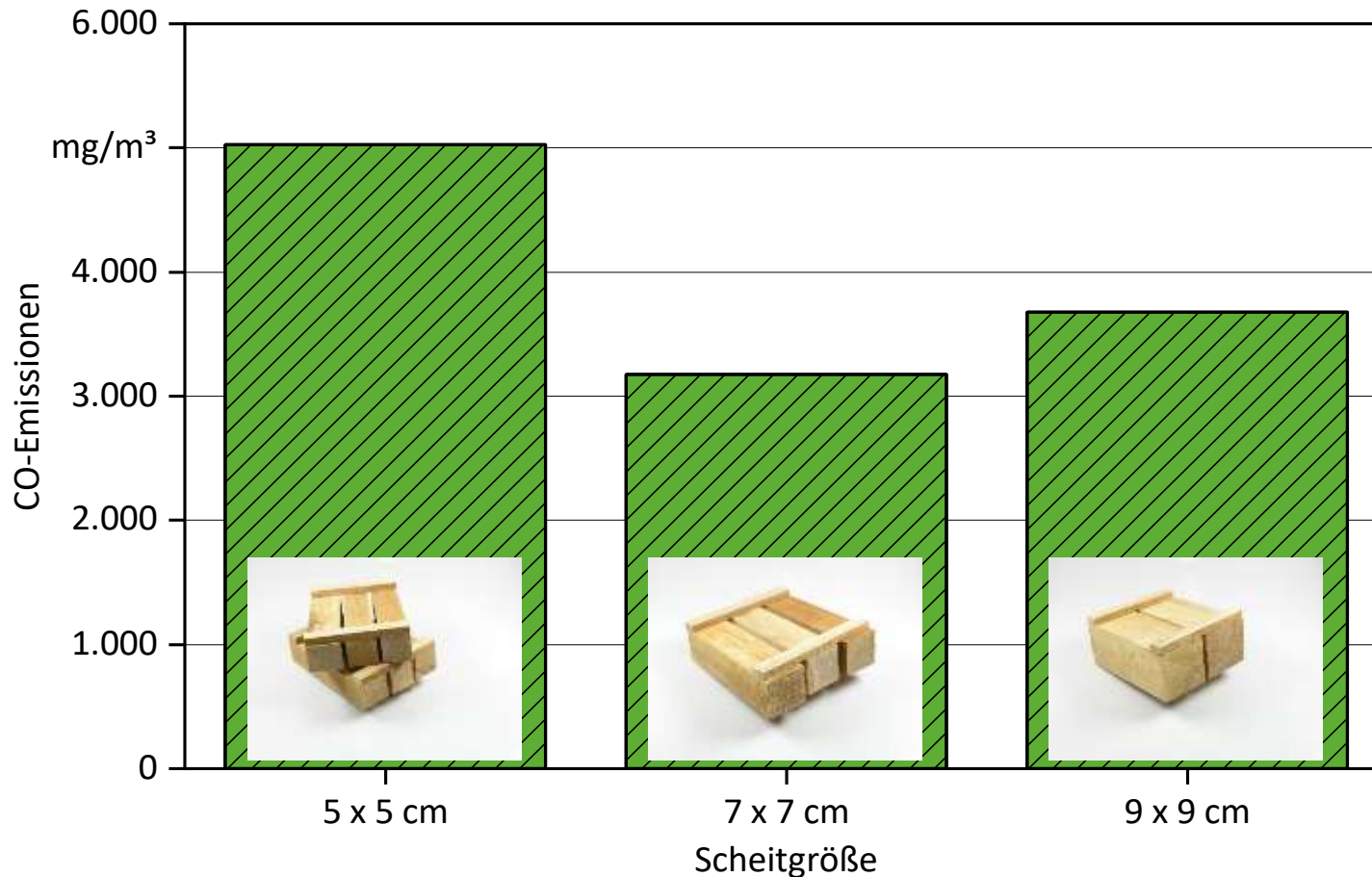


- zu feuchtes Holz zündet spät
- spätes Erreichen der optimalen Brennraumtemperatur
- → es entstehen viele unverbrannte Gase
- **hoher Staubausstoß**

Staubausstoß



Der Betrieb des Kaminofens – Das Nachlegen – Scheitgröße



- Kleine Scheite nur fürs Anzünden!
- Große Scheite ggf. nochmals spalten. Richtgröße: Durchmesser einer „Merkel-Raute“
- Angaben des Ofenherstellers beachten (Bedienungsanleitung).

Quelle: TFZ Bericht Nr. 36

Der Betrieb des Kaminofens – Das Nachlegen von Holzbriketts

- Holzbriketts dehnen sich während der Verbrennung aus
 - Lange Briketts vor dem Auflegen brechen, so dass noch Platz zum Ausdehnen zu den Seiten möglich ist.
 - Sonst klemmt sich das Holzbrikett zwischen den Seitenwänden ein und verliert Kontakt zum Glutbett!



Quelle: TFZ

Der Betrieb des Kaminofens – Das Flammenbild

- Gute Verbrennung
 - ruhiges Flammenbild mit sehr hellen Flammen, teilweise kaum sichtbar, Flammen schlagen nicht bis hoch zur Umlenkplatte
 - genug Zeit für Reaktionen im Brennraum
- Schlechte Verbrennung
 - unruhiges Flammenbild, Flammen füllen gesamten Brennraum aus, sehr gelbe bis dunkelgelbe Flammen

Weiteres Beispiel von SINTEF zum Flammenbild:

<https://youtu.be/5jRkIV7PfL0>



Quelle:
TFZ

Der Betrieb des Kaminofens – Nachlegen – Falsche Lufteinstellung

Optimale Lufteinstellung

Primärluft geschlossen



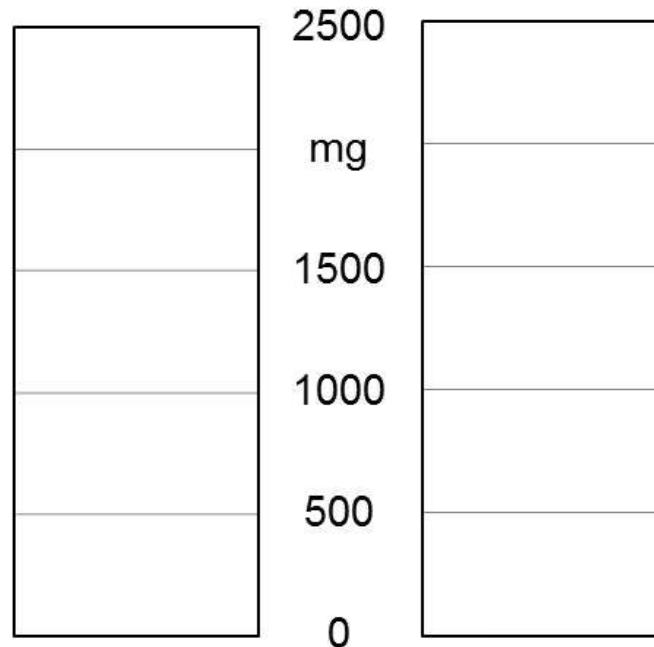
- Primärluft nach dem ersten Abbrand geschlossen
- ruhiger, gleichmäßiger Abbrand bei optimaler Gasverweilzeit
- **geringer Staubausstoß**

Falsche Lufteinstellung

Primärluft offen



Staubausstoß

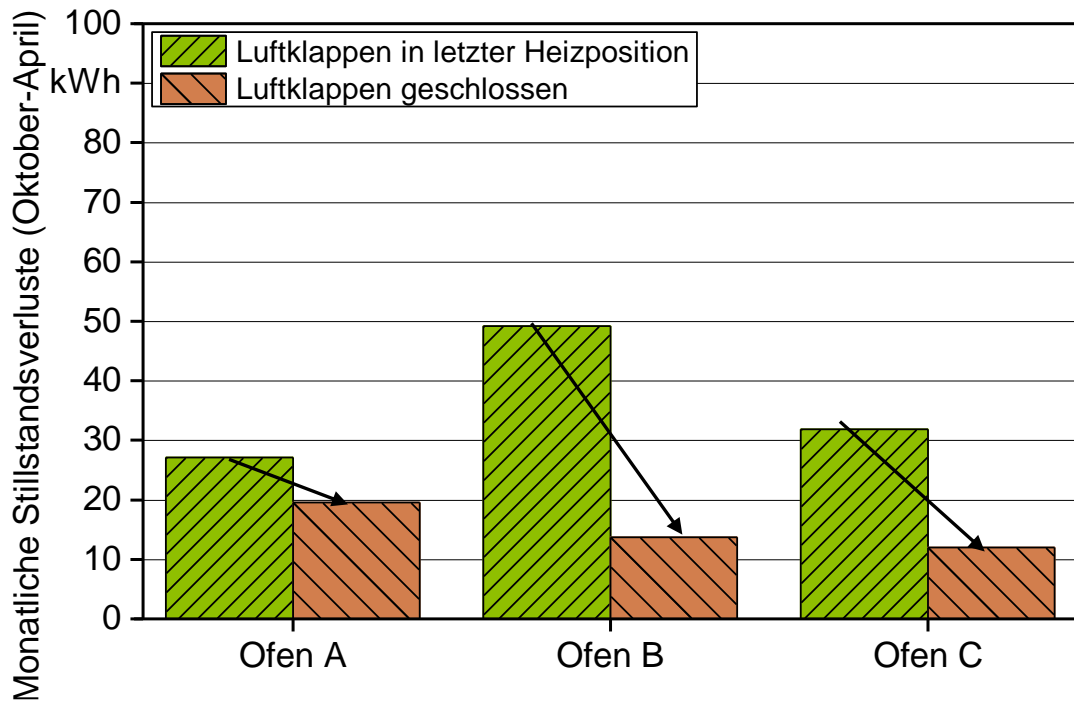


- Primärluft nach dem ersten Abbrand weiterhin offen
- sehr heißer, kurzer Abbrand mit erhöhtem Brennstoffumsatz (geringe Gasverweilzeit)
- **hoher Staubausstoß**

Video: TFZ

Der Betrieb des Kaminofens – Der Ausbrand

- Lufteinstellung so belassen wie während des Betriebs, bis der Ofen kalt ist.
- Wenn der Ofen abgekühlt ist, Luftzufuhr komplett schließen um Verluste zu vermeiden (übernimmt die automatische Verbrennungsluftregelung).



Quelle: TFZ

Der Betrieb des Kaminofens – Weitere Hinweise

- Die Regelung der freigesetzten Wärmeleistung sollte über die Brennstoffmenge erfolgen und NICHT über die Einstellung der Luftzufuhr!
- Feuer braucht Luft, daher ist ein zu frühes Schließen der Luftzufuhr ungünstig und verursacht hohe Emissionen!
- Verbrennung im Blick behalten (zumindest gelegentlich):
 - Holz sollte mit ruhigen hellen Flammen verbrennen, welche vor der Umlenkplatte enden.
 - Die Abgasfahne beim Schornsteinaustritt sollte während der Hauptabbrandphase kaum sichtbar sein!
 - Starke Teer- und Rußablagerungen im Brennraum weisen auf unvollständige Verbrennung hin! Prüfen Sie die Bedienungsanleitung zwecks korrekter Lufteinstellungen, Brennstoffmenge und Brennstoffwassergehalt!

Der Betrieb des Kaminofens – Die Reinigung (1)

- Der Kaminofen muss vollständig abgekühlt sein für eine Reinigung.
- Asche erst entnehmen, wenn diese vollständig abgekühlt ist, z. B. mit einem Aschesauger oder mit Schaufel und Besen.
- Asche in Metalleimer aufbewahren, da ggf. Glut in der Asche noch verborgen sein kann!
- Reinigen der Sichtscheibe:
 - Mit feuchtem Papier und etwas Asche → keine zusätzlichen Reinigungsmittel notwendig, auch wenn diese von den Herstellern beworben werden 😊
 - Sichtscheibe bleibt bei optimalem Betrieb lange sauber!
- Lackierte Oberflächen nur mit einem Tuch reinigen.
- Ascheentsorgung in der schwarzen Mülltonne nachdem diese abgekühlt ist. Nicht im Garten entsorgen oder als Dünger verwenden!

Der Betrieb des Kaminofens – Die Reinigung (2)

- Keine brennstoffähnlichen Enttrußer verwenden, auch wenn diese zur Reinigung im Handel angeboten werden! Nicht im Kaminofen zulässig!
- Kaminofen und Verbindungsstück zum Schornstein sollten jährlich – evtl. auch öfter - nach Ablagerungen untersucht und gereinigt werden
- Schornsteinfeger*in muss regelmäßig den Schornstein reinigen → Schornsteinfegermeister*in legt die Kehrhäufigkeit fest, da sonst die Gefahr eines Schornsteinbrandes besteht!

Der Betrieb des Kaminofens – Die Wartung

- Der Kaminofen muss für eine Wartung vollständig abgekühlt sein.
- Der Kaminofen sollte jährlich durch Fachpersonal überprüft werden.
- Zustand der Feuerraumauskleidung prüfen.
- Dichtungen und Dichtschnüre an Türen und Glasscheiben oder Aschekasten bei Undichtigkeit ersetzen, regelmäßige Sichtkontrolle! Defekte Dichtungen führen zu hohen Emissionen.
- Brennraumausmauerung wird zu Beginn des Heizvorgangs schwarz, brennt sich aber während des Betriebs wieder frei, wenn die Temperaturen ausreichend hoch sind.
- Ist die Scheibe dauerhaft milchig, dann wurde der Kaminofen zu heiß betrieben oder die Scheite lagen zu dicht an der Sichtscheibe.
- Schornsteinfeger*in kommt zwei Mal in sieben Jahren zur Feuerstättenschau, um die Betriebssicherheit der Feuerstätte zu prüfen

Der Betrieb des Kaminofens – Mängelbilder



Defektes Umlenkblech



Defekter Rost → nicht weiter betreiben!

Der Betrieb des Kaminofens – Mängelbilder



Defekte Schamottauskleidung →
dringend auszutauschen!



Durchgebrannte Brennraumumlenkplatte →
dringend austauschen!

Quelle: Schlichter, ZIV und TFZ

Für Mensch & Umwelt

**Umwelt
Bundesamt**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Ihre Ansprechpartner im Projekt:

Co2online	Masha Wagner, Laurenz Hermann
DBFZ	Mirjam Müller, Tobias Ulbricht, Ingo Hartmann
DBI	Rico Eßbach
TFZ	Claudia Schön, Hans Hartmann
UBA	Christian Liesegang

co2online
Klimaschutz, der wirkt.

