

Heizen mit Holz

in ScheitholzkesseIn



Tipps für Käufer und Betreiber
von Zentralheizungsanlagen

Impressum

Herausgeber:
Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Str. 160
86179 Augsburg
Tel.: 08 21 / 90 71 - 0
www.lfu.bayern.de

Für den Inhalt verantwortlich:
Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz
Gerhard Schmoeckel

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für
Nachwachsende Rohstoffe
Schulgasse 18
94315 Straubing
Dr. Hans Hartmann

Centrales Agrar- Rohstoff- Marketing und
Entwicklungs-Netzwerk, C.A.R.M.E.N. e.V.
Technologiepark 13
97222 Rimpfing
Dr. Ruth Brökeland

Landesinnungsverband für das
Bayerische Kaminkehrerhandwerk
Pettenkofenstr. 31/1
80336 München
Herbert Wazula

Inhalt

Einleitung

Behagliche Wärme Stück für Stück
Notwendigkeit der CO₂-Reduzierung
Ältester Energieträger
Versorgung gesichert
Technik und Brennstoff entscheidend

Die Verbrennung

Brennstoffe haben Schadstoffpotenzial
Einfluss der Verbrennungsbedingungen
Moderne Technik
Feuerungsprinzipien
Bauformen heutiger Scheitholzkessel
Konstruktionsmerkmale
Regelung

Die Planung

Konzeptionierung der Heizungsanlage
Wärmeerzeugungskosten
Technische Anforderungen

Das richtige Heizen

Wählen Sie den richtigen Brennstoff
Lassen Sie dem Brennstoff Zeit zum Trocknen
Wie Sie richtig anheizen

Wartung und Pflege

Literatur

Einleitung

Behagliche Wärme Stück für Stück

Öl- und Gaspreise steigen. Das Umweltbewusstsein der Bevölkerung nimmt zu. Immer mehr Menschen interessieren sich deshalb für eine eigene Holzfeuerungsanlage. Diese Broschüre informiert Sie über die wichtigsten Punkte, die Sie vor dem Kauf eines Scheitholzkessels und bei dessen Betrieb beachten sollten.

Notwendigkeit der CO₂-Reduzierung

Das Kohlendioxid (CO₂) trägt als Treibhausgas zur Änderung des Klimas bei. Der seit der Industrialisierung um 25 % gestiegene CO₂-Gehalt der Atmosphäre wird mit der Erhöhung der Jahresdurchschnittstemperatur in Verbindung gebracht. Als weitere Folgen werden vermehrt auftretende Stürme, Hochwasser und Dürre befürchtet.

Die Notwendigkeit, den CO₂-Ausstoß zu verringern, wird immer deutlicher. Die Verbrennung von Biomasse leistet dazu einen wichtigen Beitrag, denn hier wird nur so viel CO₂ freigesetzt, wie die Pflanze während ihres Wachstums aufgenommen hat. Der CO₂-Kreislauf ist also geschlossen. Bleibt das Holz beispielsweise im Wald liegen und verrottet, wird die gleiche Menge CO₂ – ohne Nutzung der enthaltenen Energie – in die Atmosphäre abgegeben.

Ältester Energieträger

Die Vorräte an Gas, Öl und Kohle werden immer knapper. Deshalb müssen wir mehr regenerative Energieträger einsetzen, um unseren Energiebedarf zukünftig zu decken. Die nachwachsenden Rohstoffe – und hier vorwiegend

Holz – haben dabei ein großes Potenzial. Momentan erfährt Holz, der älteste Energieträger der Menschheit, aufgrund der hohen Öl- und Gaspreise und der modernen, emissionsarmen Technik eine Renaissance.

Versorgung gesichert

Seit mehr als 200 Jahren wird in Deutschland nachhaltige Forstwirtschaft betrieben. Dabei wird nicht mehr Holz aus dem Wald entnommen als nachwächst. Holz wird deshalb langfristig als Brennstoff zur Verfügung stehen. Tatsächlich nimmt der Holzvorrat sogar zu, da zur Zeit nur ca. 2/3 des jährlichen Holzzuwachses eingeschlagen werden und zudem die Waldfläche stetig zunimmt.

Technik und Brennstoff entscheidend

Die Zeiten qualmender Holzöfen sind vorbei. Eine moderne, mit einem Wärmespeicher kombinierte Scheitholz-Feuerungsanlage hält niedrige Emissionswerte ein, wenn trockenes Scheitholz verwendet und die Anlage richtig gewartet wird. Die Verwendung der Feuerungsanlagen als „Müllverbrennungsanlage“ führt dagegen zu einem deutlichen Anstieg der Emissionen, zu unnötigen Geruchs- und Gesundheitsbeeinträchtigungen und zu einem höheren Verschleiß. Sie ist zudem gesetzlich verboten [1].



Die Verbrennung

Brennstoffe haben Schadstoffpotenzial

Naturbelassenes Holz bietet alle Voraussetzungen für eine umweltfreundliche Verbrennung. Insbesondere trägt das Heizen mit Holz zur Reduzierung der klimaschädlichen CO_2 -Emissionen bei.

Aber nicht nur der CO_2 -Vorteil gegenüber den fossilen Brennstoffen ist ausschlaggebend. Betrachtet man die umweltbelastenden Inhaltsstoffe Schwefel, Stickstoff, Chlor und Schwermetalle, so braucht Holz den Vergleich mit anderen Brennstoffen nicht zu scheuen.

Bei älteren Holzfeuerungsanlagen ist jedoch häufig der Ausstoß an Staub und Kohlenwasserstoffen deutlich erhöht. Gelegentlich kommt es auch zu Rauch- und Geruchsbelästigungen. Daher untersagen manche Gemeindeverwaltungen in dicht bebauten Wohngebieten den Einsatz fester Brennstoffe oder erlauben ihn nur unter bestimmten Voraussetzungen (z. B. im Stadtgebiet München).



Im Vergleich mit Öl und Gas schnitt der Brennstoff Holz bei den Emissionen an Staub und Kohlenwasserstoffen (C_nH_m) bisher wesentlich schlechter ab (Abb. 1).

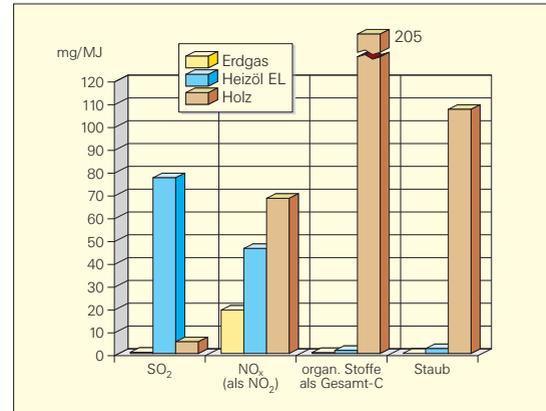


Abb. 1: Emissionen von Holz-, Öl- und Gasfeuerungen im Vergleich (Datenquelle: UBA 2000, Forschungsbericht 29546 364)

Auch bei modernen Scheitholzkesseln liegen die Staubemissionen noch immer deutlich über dem Niveau von Öl- oder Gasfeuerungen.

Unter umweltfachlichen Gesichtspunkten werden Scheitholzfeuerungen daher in verkehrsreichen städtischen Gebieten mit hoher Staubbelastung der Umgebungsluft eher kritisch beurteilt. In Gebieten mit geringer Bebauungsdichte überwiegt dagegen der CO_2 -Vorteil des Brennstoffs Holz.

Einfluss der Verbrennungsbedingungen

Scheitholz ist kein homogener Brennstoff wie Öl oder Gas. Im Gegensatz zu gasförmigen oder

flüssigen Brennstoffen verbrennt Holz in mehreren Phasen:

Zunächst wird der Brennstoff im Feuerraum durch die Erwärmung getrocknet (Trocknung).

Ab 250 °C werden ca. 80 % der Holzsubstanz in brennbare Gase umgewandelt (Entgasung).

Zurück bleibt Holzkohle, die erst ab Temperaturen von über 500 °C in brennbare Gase zersetzt wird und oxidiert (Oxidation).

Es verbrennt also nicht das Holz selbst – wie es den Augenschein hat – sondern daraus entweichende Gase. Entscheidend für eine saubere Verbrennung ist eine möglichst vollständige Oxidation dieser Gase zu Kohlendioxid (CO₂) und Wasser (H₂O). Dazu müssen sie gut mit Verbrennungsluft durchmischt werden und lange genug im Feuerraum bleiben. Ebenso müssen die Temperaturen dort hoch genug sein.

Ein weiterer wichtiger Parameter für eine vollständige Verbrennung ist die richtige Dosierung der Verbrennungsluft im Feuerraum. Zu wenig Luft führt zu Sauerstoffmangel und unvollständiger Verbrennung, zu viel Luft kühlt die Flamme und senkt den Wirkungsgrad.

Ein hoher Wassergehalt im Holz wirkt sich negativ aus, da das verdampfende Wasser die Temperatur im Feuerraum senkt.

Werden die brennbaren Gase im Feuerraum nicht vollständig verbrannt, so enthält das Abgas Luftschadstoffe, wie Kohlenmonoxid und organische Stoffe (gas- und staubförmige Kohlenwasserstoffverbindungen). Diese können geruchsintensiv sein und teilweise sogar Krebs erregend wirken (z. B. Benzo(a)pyren).

Das Maß für den Ausstoß an Kohlenwasserstoffverbindungen ist die Konzentration an Kohlenmonoxid (CO) im Abgas.

Moderne Technik

In den letzten Jahren haben sich Feuerungstechnik und Emissionsverhalten deutlich verbessert. Dies zeigen Messergebnisse von Typenprüfungen, die an der Bundesanstalt für Landtechnik in Wieselburg, Österreich, in den Jahren 1980 - 2000 durchgeführt werden (Abb. 2).

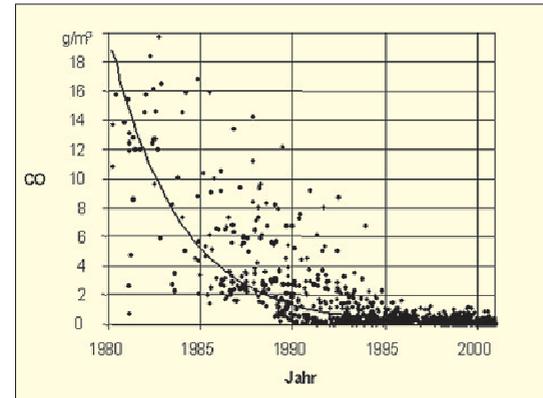


Abb. 2: Kohlenmonoxid (CO) im Abgas von Scheitholzkesseln bei Messungen auf Prüfständen

Bei Wirkungsgraden von 90 % und mehr können moderne Scheitholzkessel unter optimalen Bedingungen einen CO-Wert von 0,25 g/m³ und einen Staub-Wert von 50 mg/m³ (dies entspricht etwa 33 mg je Megajoul (MJ) erzeugter Wärmeenergie) unterschreiten. Entsprechende Zertifikate werden von den Feuerstättenprüfstellen vergeben und von den Anlagenherstellern zur Verfügung gestellt.

Der Ausstoß an Kohlenwasserstoffverbindungen liegt damit nahezu auf dem Niveau von Ölfeuerungen. Die Staubemissionen moderner Scheitholzfeuerungen überschreiten jedoch das Niveau von Ölfeuerungen (etwa 2 mg/MJ) immer noch sehr deutlich.

Feuerungsprinzipien

Je nach Feuerungstechnik werden Durchbrandkessel und Kessel mit unterem Abbrand unterschieden.

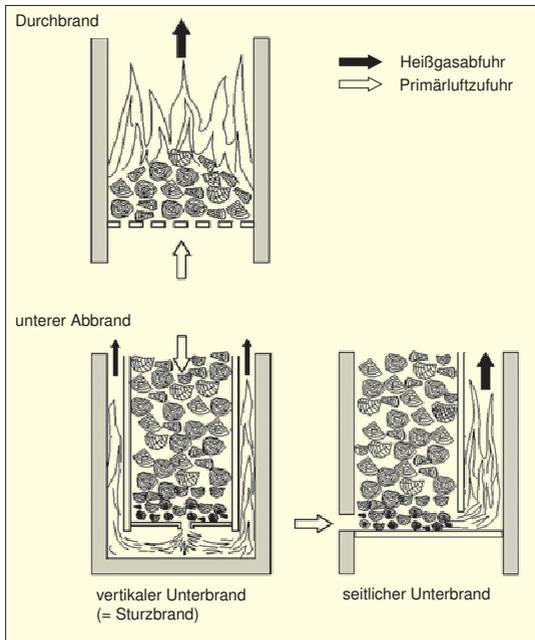


Abb. 3: Feuerungsprinzipien für Scheitholz [4]

Bei Durchbrandkesseln (Abb. 3 oben) werden alle Holzscheite gleichzeitig erhitzt und damit entgast. Die während des Abbrandes freigesetzte Brenngasmenge schwankt. Der Betrieb ist durch vergleichsweise hohe Emissionen beim Anheizen und Nachlegen gekennzeichnet (Abb. 4).

Dies ist besonders dann der Fall, wenn der Brennraum vor dem Nachlegen wieder abgekühlt ist und – bei Anlagen ohne Gebläse (Naturzuganlagen) – sich noch kein ausreichender Zug aufbau-

en konnte, durch den die nötige Verbrennungsluftmenge zuströmen kann. Auch bei zu starker Brenngasfreisetzung kommt es zu hohen Emissionen, da die Verweilzeit für die Oxidation nicht ausreicht. Erst mit steigender Feuerraumtemperatur und abnehmender Brenngasmenge verbessern sich die Ausbrandbedingungen dann wieder.

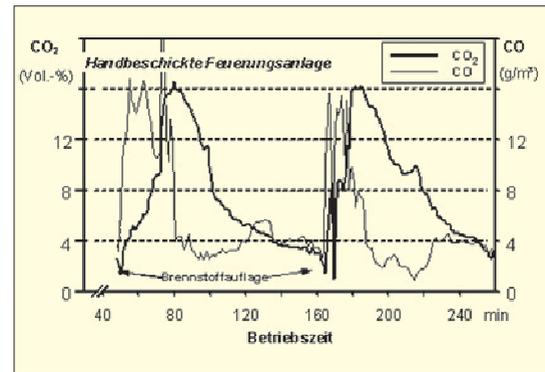


Abb. 4: Typischer Emissionsverlauf im Abgas einer Durchbrandfeuerung (Naturzug) [5]

Ein gleichmäßigerer Verbrennungsablauf lässt sich durch häufiges Nachlegen kleiner Brennstoffmengen erzielen.

Wegen der hohen Emissionen sollten Durchbrandkessel heute nicht mehr als Holz-Zentralheizungsanlage eingesetzt werden.

Bauformen heutiger Scheitholzkessel

Unter den Holz-Zentralheizkesseln hat sich heute die Technik des unteren Abbrandes durchgesetzt (Abb. 3 unten), bei der nur die unterste Brennstoffschicht an der Verbrennung beteiligt ist. Sie werden in verschiedenen Bauformen angeboten.

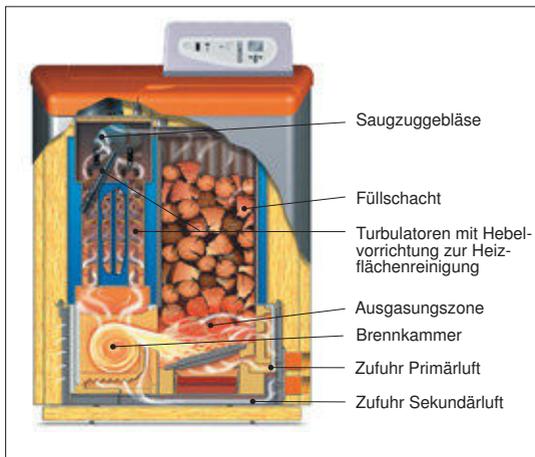


Abb. 5: Scheitholzessel mit unterem seitlichem Abbrand

So kann man zwischen Kesseln mit unterem vertikalem Abbrand (Sturzbrand) und unterem seitlichem Abbrand, jeweils mit Front- oder Oberbeschickung, unterscheiden.

Allen Bauformen gemeinsam ist, dass die Flamme nicht nach oben durch die Brennstoffschicht, sondern seitlich oder nach unten in einer separaten Brennkammer abbrennt.

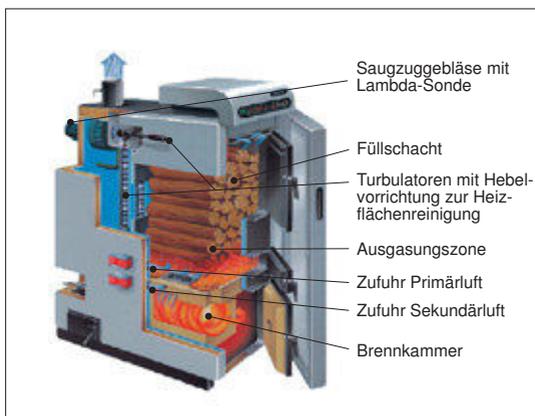


Abb. 6: Scheitholzessel mit Sturzbrand

Dies hat gegenüber dem Durchbrandprinzip folgende wesentliche Vorteile:

- deutlich verlängerte Nachfüllintervalle
- niedrigere Emissionen durch gleichmäßigere Feuerungsbedingungen

Konstruktionsmerkmale

Der abbrennende Brennstoff liegt meist auf einem Rost. Bei Sturzbrandkesseln trennt dieser den Füllschacht von der Nachbrennkammer. Beim seitlichen Abbrand befindet sich die Aschelade unter dem Rost.

Durch die räumliche Anordnung wird lediglich der untere Teil der Brennstofffüllung entflammt. Eine Ausbreitung der Ausgasungszone nach oben ist aufgrund der Gasführung nicht möglich. Dadurch wird eine relativ kontinuierliche Entgasung des Brennstoffes erreicht.

Die Verbrennungsluft wird meist über Druck- oder Saugzuggebläse zugeführt. Dagegen strömt bei Naturzugkesseln die Verbrennungsluft aufgrund des Unterdrucks nach, der sich infolge des Kaminzugs bildet.

Zur Versorgung des Glutbereiches wird die Verbrennungsluft über den Brennstofffüllschacht zugeführt (Primärluft). Eine weitere Verbrennungsluftzuführung zur Versorgung der im Glutbett und der Ausgasungszone gebildeten Brenngase mit Sauerstoff erfolgt in der separaten Nachbrennkammer (Sekundärluft).

Damit dort eine möglichst lange Verweildauer bei hoher Temperatur und guter Durchmischung von Brenngasen und Verbrennungsluft erreicht wird, muss die Brennkammer eine ausreichende Größe sowie Verwirbelungszonen aufweisen. Um eine möglichst „heiße Brennkammer“ zu erhalten darf die (Haupt-)Wärmeabnahme erst im nachgeschalteten Wärmetauscher erfolgen.

Auch im Wärmetauscher ist eine gute Verwirbelung der ausgebrannten Gase wichtig. Hier geht es darum, Staubablagerungen an den Wänden zu vermeiden, da sie den Übergang der Wärme vom Heißgas auf das Heizmedium behindern. In die Rauchrohre werden deshalb häufig Spiralen eingehängt (so genannte „Turbulatoren“) die, um sie auch für die Reinigung der Heizflächen nutzen zu können, meist beweglich angebracht sind. Die Turbulatoren können dann von Zeit zu Zeit – z. B. über einen Hebel – auf und ab bewegt werden und so Staubablagerungen entfernen (Abb. 7 und 8).



Abb. 7: Plattenwärmetauscher mit Kratzblechen, die zur Reinigung mittels Hebelvorrichtung hin und her bewegt werden

Fehlen solche Einrichtungen, müssen die Heizflächen von Hand gereinigt werden. Nicht gereinigte Wärmetauscher führen zu überhöhten Abgastemperaturen und damit zu Wärmeverlusten und einem schlechten Wirkungsgrad.

Regelung

Die Leistung des Kessels wird meist über die zugeführte Primärluftmenge gesteuert, die die abbrennende Menge an Holz bestimmt. Dabei



Abb. 8: Röhrenwärmetauscher mit Turbulatoren, die zur Reinigung der Heizgaszüge mittels Hebelvorrichtung vor- und zurückbewegt werden

wird die im Kessel produzierte Wärme an den von der Heizungsanlage gemeldeten Wärmebedarf angepasst. Hierzu wird die Kesselwassertemperatur erfasst und mit dem von der Heizungsanlage gemeldeten Sollwert verglichen („thermostatische Regelung“).

Die für eine vollständige Oxidation der Brenngase erforderlichen Mengen an Primärluft und Sekundärluft stehen bei den verschiedenen Holzqualitäten und verschiedenen Lastzuständen jedoch nicht immer in einem festen Verhältnis zueinander. Um die Sekundärluftmenge an den

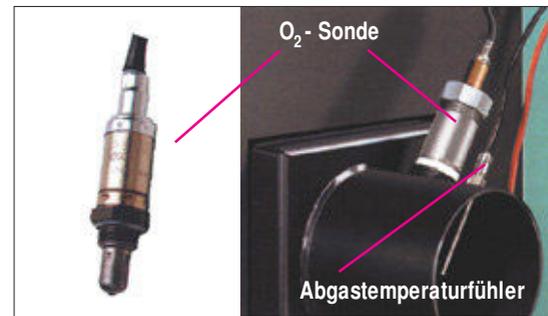


Abb. 9: Komponenten der Regelung

tatsächlichen Bedarf anzupassen, können im Abgasstrom Sauerstoffsonden installiert sein, nach deren Messsignal die Sekundärluftzufuhr bemessen wird („abgasgeführte Regelung“). Vereinzelt werden hierzu auch Kohlenwasserstoffsensoren eingesetzt.

Durch eine abgasgeführte Regelung sind Anlagen über einen weiteren Lastbereich regelbar. Sie lassen sich oft ohne nennenswerte Einbußen in der Verbrennungsqualität auf nur noch 50 % der Nennwärmeleistung herunterregeln.

Die Planung

Folgende Randbedingungen können Ihre Entscheidung für den Brennstoff Holz grundlegend beeinflussen und sollten daher im Vorfeld abgeklärt werden:

- Gibt es Vorgaben Ihrer Gemeinde- bzw. Stadtverwaltung zur Nutzung fester Brennstoffe?
- Überschreitet die Mündung des vorgesehenen Kamins alle in einem Umkreis von 15 m liegenden Fenster, Lüftungsöffnungen und Türen (auch die Ihrer Nachbarn) um mindestens 1 m?
- Verträgt das nachbarschaftliche Verhältnis den gelegentlichen Geruch einer Holzfeuerung?

Konzeptionierung der Heizungsanlage

Eine Zentralheizung muss im jahreszeitlichen Verlauf sehr unterschiedlichen Wärmebedarfs-situationen gerecht werden. Während der Sommermonate, wenn nur Brauchwasser und kein Heizungswasser erwärmt werden muss, beträgt der Wärmebedarf üblicherweise weniger als 5 % der Nennwärmeleistung des Kessels.

Der Betrieb von Scheitholzkesseln bei Niedriglast ist mit Einbußen in der Verbrennungsqualität verbunden. Zur Vermeidung solcher Betriebszustände sind folgende Maßnahmen geeignet:

Wärmespeicher

Der Wärmespeicher nimmt die momentan nicht benötigte Wärme auf, speichert sie und gibt sie bei Bedarf wieder ab. Beim Aufladen des Wärmespeichers fließt das im Scheitholzkessel erhitzte Heißwasser so in den Speicherbehälter, dass sich eine ungestörte, gleichmäßige Temperaturschichtung aufbaut.

Die Dimensionierung des Pufferspeichers kann nach DIN EN 303/5 erfolgen. Für eine grobe Abschätzung wird häufig ein Speichervolumen von ca. 100 Litern je Kilowatt Kesselleistung empfohlen.

Solare Heizungsunterstützung

Durch die Einbindung einer Solaranlage kann im Sommer die Warmwasserbereitung fast zu 100 % durch Solarenergie bewältigt und eine Verkürzung der Kesselbetriebszeit erreicht werden. Ungünstige und emissionsreiche Betriebsphasen der Feuerung werden so reduziert.



Abb. 10: Scheitholzkessel mit Pufferspeicher

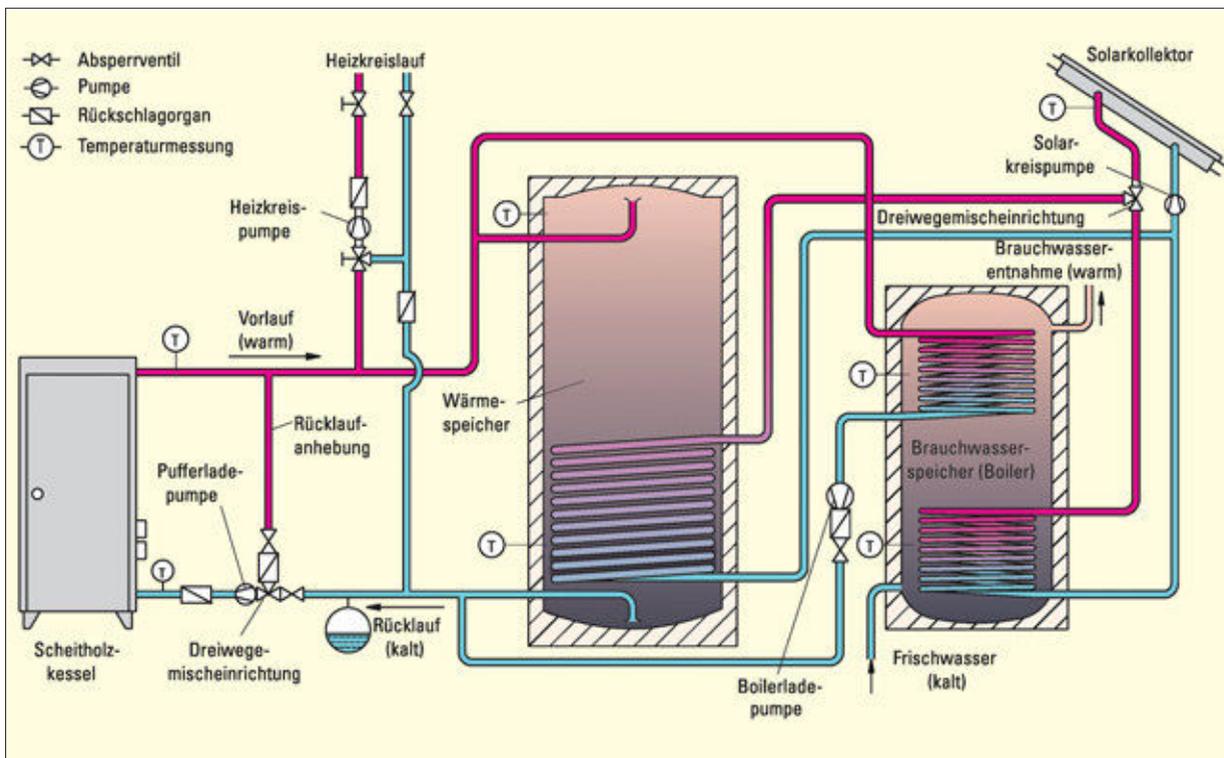


Abb. 11: Scheitholzkessel mit Anschluss an Heizkreislauf, Wärmespeicher, Boiler und solarer Heizungsunterstützung

Abbildung 11 zeigt ein Anschlussschema für einen Wärmespeicher in einem kombinierten Holz-Solar-Heizsystem [4].

Es gibt Kesselhersteller, die solche Systeme mit den entsprechenden Schnittstellen oder komplett anbieten.

Parallele Öl-, Gas- oder Pelletfeuerung

Ist parallel zum Scheitholzkessel eine Öl-, Gas- oder Pelletfeuerung installiert, kann der Scheitholzkessel in den Sommermonaten außer Betrieb genommen werden. Es existieren Kombinationen mit getrennten und gemeinsamen Feuerräumen und Wärmeüberträgern.

Bei der Auswahl des Scheitholzkessels beachten Sie der Umwelt zuliebe bitte folgende Punkte:

- Bei Volllast herrschen die günstigsten Verbrennungsbedingungen. Wichtig ist es daher, einen Kesseltyp mit passender Nennwärmeleistung zu wählen. Lassen Sie ggf. die Heizlast des Gebäudes von einem Heizungsbauer ermitteln.
- Entscheiden Sie sich für einen modernen Scheitholzkessel mit Zertifikat einer Feuerstättenprüfstelle, in dem die Einhaltung folgender Emissionswerte bescheinigt wird:

CO:	max. 250 mg/m ³ (bei Nenn- und Teillast)
Staub:	max. 50 mg/m ³
Wirkungsgrad:	über 90 %

Eine Marktübersicht mit Angabe von Emissionswerten wurde von der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe [6] herausgegeben.

Wärmeerzeugungskosten

In der Tabelle 1 auf S. 22/23 wird die Wirtschaftlichkeit verschiedener Heizsysteme im häuslichen Bereich verglichen. Es handelt sich um Beispielberechnungen, wobei im Einzelfall die Werte natürlich deutlich abweichen können (z. B. durch preiswerteren Brennstoff, teure technische Einzellösungen).

Bei Scheitholzesseln liegen in diesem Beispiel die günstigsten Wärmeerzeugungskosten vor. Diese Feuerungssysteme erfordern aber auch einen höheren Aufwand für Bedienung, Brennstoffbeschickung, Wartung und Pflege.

Seit 01.01.2004 werden Stückholzkessel durch das Marktanreizprogramm des Bundes mit 50 EU/kW (Mindestförderung 1500 EU) gefördert. Informationen über die Voraussetzung zur Förderung können im Internet unter <http://www.bafa.de> bzw. unter Tel. Nr. 06196/908-625 (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) eingeholt werden.

Technische Anforderungen

Für den Betrieb einer Heizungsanlage mit Scheitholzkessel müssen spezielle Anforderungen erfüllt werden (Bayer. Feuerungsverordnung [2], Energieeinsparverordnung [3] und Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen [1]).

Vor dem Kauf empfiehlt sich deshalb in jedem Fall ein Gespräch mit Ihrem Kaminkehrer.

Anforderungen an die Feuerstätte

- Bestätigung des Herstellers, dass der Scheitholzkessel mit den einschlägigen technischen Bauregeln übereinstimmt (CE- oder Ü-Zeichen)



- Einhaltung folgender Emissionsgrenzwerte bei Anlagen bis 50 kW Nennwärmeleistung: Grenzwerte nach Verordnung [1]:

Staub: 0,15 g/m³

CO: 4 g/m³

Grenzwerte für eine Förderung nach dem Marktanreizprogramm des Bundes (s. S. 20):

Staub: 50 mg/m³

CO: 250 mg/m³

- Ausreichend bemessener Wärmespeicher (siehe Abschnitt „Konzeptionierung der Heizungsanlage“), es sei denn, die Emissionsgrenzwerte werden auch bei Teillast eingehalten.

Legende zu Tab. 1, S. 22/23

^a 150 EU/m³ Aufstellraumvolumen, ^b 150 EU/m³ Lager/Tankraumvolumen, außer Hackschnitzel: 75 EU/m³, Lagerung des Jahresbedarfs, Raumausnutzungsfaktor: 2,5 (Heizöl), 1,25 (Hackgut), 1,5 (Pellets/Körner); ^c gemäß Kostenfunktionen des TFZ, bei Hackgut, Pellets und Körnern inkl. Raumaustrag; ^d Speicherladepumpe, Rücklaufanhebung, Sensoren, Druckausgleichsgefäß, Sicherheitseinrichtungen, etc.; ^e Zinssatz 6 % und 15 Jahre Abschreibungsdauer für maschinentechnische Teile und 50 Jahre für Heiz- und Lagerräume; ^f bei Heizöl- und Scheitholzkessel: 0,7 % der therm. Arbeit automatisch beschichteten Feuerungen 1,2 % der therm. Arbeit, Strompreis: 0,1 EU/kWh; ^g 1 % der baulichen Investition; ^h 1,5 % der maschinentechnischen Investition; ⁱ Lohnanspruch 8,62 EU/h, ^j Kaminkehren, Rauchrohrreinigung und Lüftung prüfen; ^k 0,5 % der Gesamtinvestition

Tab. 1: Kostenvergleich verschiedener Heizsysteme
(Stand 2004)

		Heizöl	Holzhackgut	Holzpellets	Scheitholz
Anlagen- und Betriebsdaten					
Anlagen-Nennwärmeleistung	kW	30	30	30	30
Wärmebedarf Heizung und Brauchwasser	MWh/a	51	51	51	51
Wirkungsgrad	%	85 %	79 %	84 %	75 %
Summe Brennstoffeinsatz	MWh/a	60,0	64,6	60,7	68,0
Arbeitszeitbedarf für Reinigung und Betrieb	h/a	1	20	10	40
Investitionen					
Heizraum ^a	EU	1.980	3.300	2.640	3.960
Öltank	EU	4.500			
Lagerraum ^b	EU	2.277	6.302	4.472	0
Feuerungsanlage komplett mit Regelung ^c	EU	4.172	13.414	11.990	7.494
Wärmespeicher ^c	EU	–	1.051	1.051	3.399
Installationsteile ^d	EU	800	1.100	1.100	1.100
Lieferung, Montage, Inbetriebnahme	EU	1.300	1.700	1.500	1.500
Summe bauliche Investitionen	EU	4.257	9.602	7.112	3.960
Summe Investitionen Technik/Installation	EU	10.772	17.265	15.642	13.492
Förderung Marktanreizprogramm Stand 2004	EU	–	1.800	1.800	1.500
kapitalgebundene Kosten^e					
Annuität Gebäude und bauliche Einrichtungen	EU/a	270	609	451	251
Annuität Technik/Installation (inkl. Förderung)	EU/a	1.109	1.592	1.425	1.235
Summe kapitalgebundene Kosten	EU/a	1.379	2.202	1.876	1.486
verbrauchsgebundene Kosten					
angelegter Brennstoffpreis		0,46 EU/l	15 EU/m ³	175 EU/t	45 EU/Rm
Brennstoffverbrauch (gerundet)		6.073 l	67 m ³	13 t	34 Rm
Brennstoffkosten	EU/a	2.793	1.008	2.261	1.552
Hilfsstromverbrauch ^f	EU/a	36	61	61	36
Summe verbrauchsgebundene Kosten	EU/a	2.829	1.070	2.322	1.587
betriebsgebundene Kosten					
Wartung/Instandsetzung (baul. Einrichtungen) ^g	EU/a	43	96	71	40
Wartung/Instandsetzung (Technik/Installation) ^h	EU/a	162	259	235	202
Arbeitskosten für Reinigung und Betrieb ⁱ	EU/a	9	172	86	345
Emissionsmessung	EU/a	34	89	89	8
sonstige Kaminkehrerleistungen ^j	EU/a	23	39	39	56
Summe betriebsgebundene Kosten	EU/a	270	656	520	650
sonstige Kosten					
Versicherung ^k	EU/a	75	134	114	87
Summe jährliche Gesamtkosten	EU/a	4.553	4.061	4.833	3.811
Kosten der Nutzenergiebereitstellung (inkl. Förderung)	EU/kWh	0,089	0,080	0,095	0,075

Rauchrohr

- Brandsichere Ausführung
- Mindestabstände zu brennbaren Bauteilen: 40 cm
- Geeignete Messöffnung
- Nebenlufteinrichtungen nach DIN 4795 (Abgasklappen) sind auch bei Feststoffheizungen grundsätzlich zu empfehlen. Sie bewirken einen konstanten Unterdruck im Kamin. Dadurch kann die Heizung besser einreguliert werden und Witterungseinflüsse wie Zugschwankungen werden weitgehend vermieden. Dies führt auch zu einer Verminderung des Schadstoffausstoßes. Diese Klappen können sowohl in das Rauchrohr als auch in den Kamin eingebaut werden (Einbauanleitung beachten).

Anforderungen an den Kamin

Die Kaminmündung muss

- den Dachfirst bei Dachneigungen von mehr als 20° um mindestens 40 cm, bei Dachneigungen bis 20° die Dachflächen um mindestens 1 m überragen,
- die Oberkanten von Lüftungsöffnungen, Fenstern und Türen in einem Umkreis von 15 m um mindestens 1 m überragen; bei Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung von mehr als 50 kW vergrößert sich der Umkreis um jeweils 2 m je weitere angefangene 50 kW.



Abb. 12: Mindesthöhe von Kaminmündungen in Abhängigkeit der Entfernung zum benachbarten Wohngebäude.

Zur Kaminausführung

- ausbrennsichere Beschaffenheit (metallische Kamine benötigen eine Zulassung für „Regelfeuerstätten“)
- ausreichender Querschnitt nach DIN 4705 (ggf. mit Kaminkehrer abstimmen)
- keine Führung durch uneinsehbare Hohlräume
- Mindestabstände zu brennbaren Bauteilen (5 cm, bei metallischen Kaminen mit ausreichender Wärmedämmung: 10 cm)
- Zugänglicher und brandsicherer Platz für die Kaminreinigung (möglichst mit Kaminkehrer im Vorfeld abstimmen)

Anforderungen an den Aufstellungsraum

- Mindestabstände zu brennbaren Bauteilen: 40 cm
- Größe der Lüftungsöffnungen ins Freie: 150 cm² bei Heizleistungen bis 50 kW; für jedes weitere kW ist ein Zuschlag von 2 cm² erforderlich.
Keine Lüftungsöffnung ist nötig bei einer Heizleistung von weniger als 35 kW, wenn der Heizraum ein Volumen von mehr als 4 m³ je kW aufweist.
- Heizräume für Heizungsanlagen mit Wärmeleistungen von mehr als 50 kW sind wie folgt auszustatten:
 - Feuer hemmende Türen, die nach außen aufschlagen
 - Wände und Decken aus nicht brennbaren Baustoffen (F90)
 - Nutzung des Heizraumes nur zur Aufstellung von Feuerstätten und zur Lagerung von maximal 15 t festen Brennstoffen

An die Heizungsanlage bestehen weitere Anforderungen insbesondere aus der Energieeinsparverordnung [3] (Ausstattung mit Raumther-

mostaten, Regelbarkeit von Umwälzpumpen, Dämmung von Warmwasserleitungen und -speichern etc.), die hier jedoch nicht im Einzelnen beschrieben werden.

Der Kaminkehrer überprüft die Einhaltung dieser Anforderungen, wenn er Ihre Feuerungsanlage abnimmt. Eine frühzeitige Befragung des Kaminkehrers spart Kosten, da Verstöße von vornherein vermieden werden können. Am besten lassen Sie die Heizungsanlage durch einen Fachbetrieb installieren.

Bei der Inbetriebnahme Ihrer Anlage sollten Sie unbedingt die Betriebsanleitung beachten!

Das richtige Heizen

Wählen Sie den richtigen Brennstoff

Behandeltes, beschichtetes oder lackiertes Holz sowie andere Abfälle wie Milchtüten und Joghurtbecher erzeugen bei der Verbrennung giftige Emissionen. Abfallverbrennung in Kleinfeuerungsanlagen ist verboten und kann bei entsprechendem Verdacht durch eine Analyse der Feuerraumasche nachgewiesen werden [7].

Verwenden Sie daher nur naturbelassenes Holz bzw. Presslinge aus naturbelassenem Holz – aus Rücksicht auf Ihre eigene Gesundheit und die Ihrer Nachbarn.

Nicht stückiges Holz (wie Hobelspäne oder Holzwole) darf nur in dafür geeigneten Anlagen ab einer Nennwärmeleistung von 15 kW verfeuert werden. Seine Verbrennung führt kurzfristig zu großer Hitzeentwicklung, die in ungeeigneten Anlagen zu hohen Schadstoffemissionen und Schäden an der Anlage führen können.

Lassen Sie dem Brennstoff Zeit zum Trocknen

Erntefrisches Holz enthält 50 bis 60 % Wasser. In der Trocknungsphase der Verbrennung verdampft dieses Wasser, wodurch etwa 50 % der im Holz enthaltenen Energie verloren geht. Zudem reicht die sich im Feuerraum einstellende Temperatur nicht mehr aus, um die brennbaren Gase vollständig zu verbrennen. Hohe Emissionen an organischen Schadstoffen und Staub im Abgas sind die Folge.

In Scheitholzkesseln sollte daher nur luftgetrocknetes Holz (12 - 20 % Wassergehalt) verfeuert werden!



Bei der Holzaufbereitung sollte das Holz beim Zurechtsägen der Brennkammerlänge angepasst werden. Spalten Sie das Holz in Holzscheite (Umfang 10 - 30 cm) und lagern Sie es mindestens 2 Jahre lang vor Regen und Feuchtigkeit geschützt. Holz braucht Luft zum Trocknen. Der Keller ist daher für die Trocknung nicht geeignet. Das Holz sollte auch nicht feucht in eine Plastikplane eingepackt werden.

Wie Sie richtig anheizen

Beim Anheizen des Kessels entstehen die meisten Emissionen, da die Wände des Feuerraumes noch kalt sind. Wichtig ist daher, möglichst schnell ausreichend hohe Feuerraumtemperaturen zu erreichen, was durch die Verwendung von dünn gespaltenem Holz und handelsüblichen Holzanzündern zum Anfeuern möglich ist. Achten Sie darauf, dass eine gute Verbrennungsluftzufuhr entsprechend der Bedienungsanleitung des Kesselherstellers sichergestellt ist. Auch bei elektronischer Kesselsteuerung mit automatischer Zündung muss zum Anheizen dünn gespaltenes Holz in geeigneter Weise aufgeschichtet werden.

Gegebenenfalls muss nach dem Anheizen die Luftzufuhr geändert werden. Beachten Sie dabei unbedingt die Bedienungsanleitung. Die Hersteller haben den Luftbedarf in der jeweiligen Heizphase exakt bestimmt.

Wird die Luftzufuhr zur Verminderung der Kesselleistung zu stark gedrosselt, kommt es zu Sauerstoffmangel im Feuerraum und damit zur Bildung von organischen Schadstoffen (Kohlenwasserstoffen) im Abgas. Bei richtiger Dimensionierung des Pufferspeichers können emissionsintensive Betriebszustände wie Niedriglast und Gluterhaltung vermieden werden.

Wartung und Pflege

Ganz entscheidend für eine saubere Verbrennung ist der ungehinderte Abtransport der Abgase. Wird dieser durch Rußablagerungen im Abgasweg behindert, kann nicht genügend Verbrennungsluft in den Feuerraum nachströmen. Der fehlende Sauerstoff führt – wie bei einer zu starken Dros-

selung der Luftzufuhr – zur Bildung von Kohlenwasserstoffen, die sich beim Abkühlen im Abgasweg als neue Rußschicht niederschlagen.

Weiterhin können auch Abgase in den Aufstellraum gelangen oder es kann zu Bränden in den Abgasleitungen kommen. Darüber hinaus sinkt bei Rußablagerungen auf den Wärmetauscherflächen der Wirkungsgrad der Feuerungsanlage.



Abb. 13: Utensilien zur Reinigung des Kessels

Um dauerhaft einen ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage zu gewährleisten und ein Absinken des Wirkungsgrades durch verschmutzte Wärmetauscherflächen zu vermeiden, sind Wartungs- und Pflegearbeiten erforderlich:

- Säubern des Rostes vor jedem Heizvorgang
- Entleerung des Aschekastens nach Bedarf

Alle 4 - 6 Wochen:

- Reinigung der Brennkammer inkl. der Luft- und Gasführungskanäle
- Abkehren der Heizgaszüge mit Spezialbürsten der Hersteller oder geeignetem Kehrgerät (bei Anlagen ohne Turbulatoren)
- Reinigung der Absetzkammer(n) von Flugasche und Staub
- Überprüfen und ggf. Reinigen der Verbrennungsluftzuführungen

Angaben der Hersteller in den Bedienungsanleitungen zu Wartung und Pflege müssen beachtet werden.

Das Rauchrohr von Holzheizungen wird einmal im Jahr vom Kaminkehrer gereinigt. In fast allen Fällen sind zusätzliche Reinigungen erforderlich, die nach Wunsch vom Kaminkehrer ausgeführt oder in Eigenregie getätigt werden können.

Nach Beendigung der Heizperiode sollte die Feuerstätte gründlich durchgereinigt werden. Eine Kesselreinigung unmittelbar vor der Kaminkehrermessung ist allerdings nicht empfehlenswert, da gelockerte Verunreinigungen von den Kesselwandungen abfallen und dadurch das Messergebnis verfälschen könnten.

Die vom Hersteller vorgegebenen Intervalle für die Wartung der Anlage durch Fachbetriebe sollten beachtet werden. Besonders wichtig ist dies bei Heizkesseln mit Abgassensoren (Lambdasonde, CO- bzw. Temperaturerfassung). Steuerungen und Regelungen müssen ebenfalls von Zeit zu Zeit von geschultem Fachpersonal kontrolliert werden.

Auch bei Verschleißerscheinungen ist i. d. R. eine Wartung durch einen Fachbetrieb erforderlich. Lassen Sie deshalb Ihre Anlage jährlich möglichst zu Beginn der Heizperiode von einem Fachbetrieb warten.

Regelmäßige Reinigung des Kamins

Der Kamin holzbefuerter Kessel muss regelmäßig vom Kaminkehrer gereinigt werden. Die Häufigkeit ist abhängig von der Nutzung des Feuerstätte:

- einmal jährlich bei seltener Benutzung
- zweimal jährlich bei zeitweiser Benutzung oder bei Anlagen mit jährlicher Messpflicht
- dreimal jährlich bei darüber hinausgehender Benutzung innerhalb der üblichen Heizperiode
- viermal jährlich bei darüber hinausgehender Benutzung auch außerhalb der üblichen Heizperiode

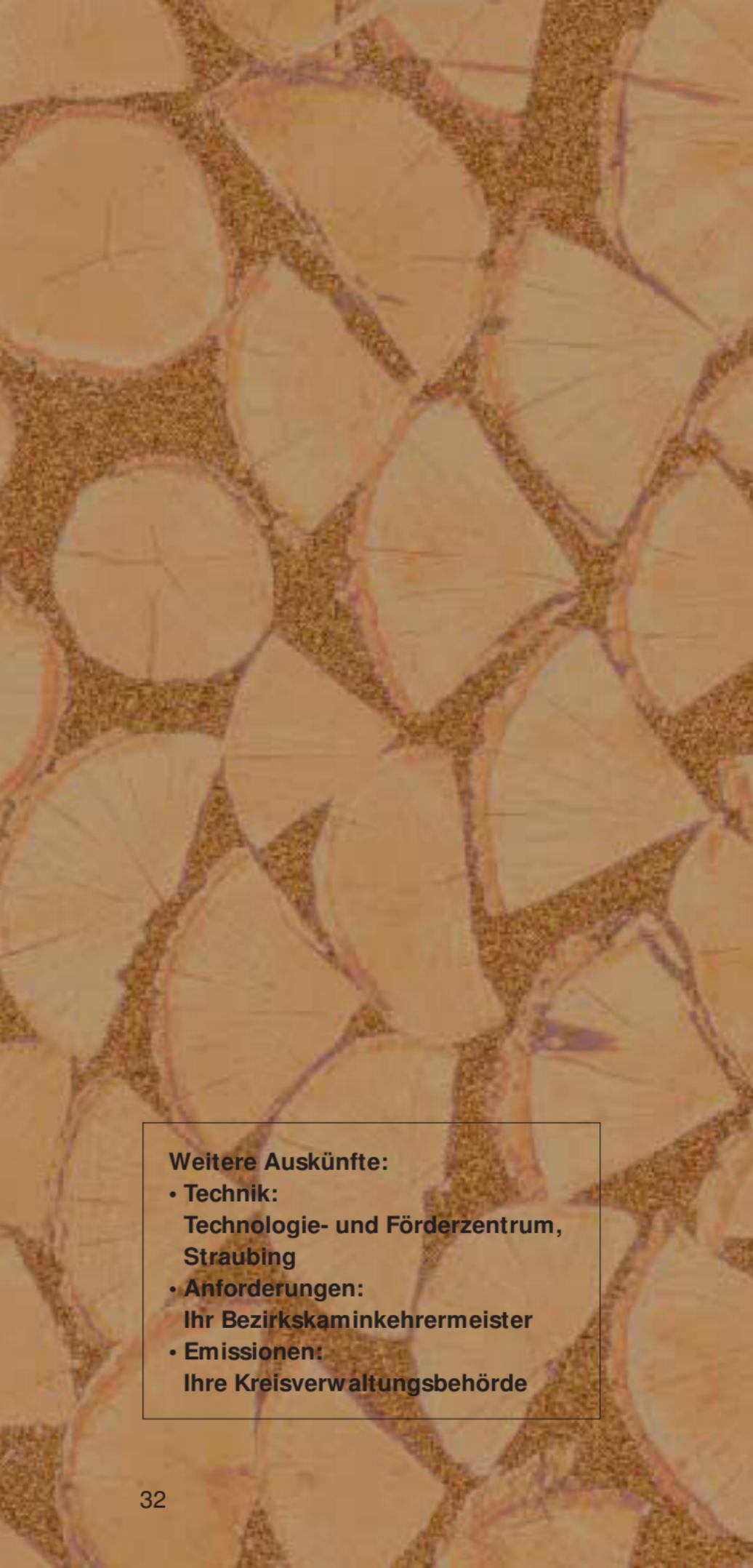
Die Rußablagerungen werden gelegentlich maschinell abgeschlagen oder der Kamin wird zur Entfernung der Ablagerungen ausgebrannt.

Bei der sog. Feuerstättenschau, die alle fünf Jahre durchgeführt wird, überprüft der Kaminkehrer die Brand- und Betriebssicherheit der gesamten Feuerungsanlage einschließlich Rauchrohr sowie die Einhaltung der Anforderungen nach Energieeinsparverordnung.

Literatur

- [1] Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV i.d.F.v. 14.03.1997, BGBl. I S. 490, zuletzt geändert am 14.08.03, BGBl. I S. 1614
- [3] Verordnung über Feuerungsanlagen, Wärme- und Brennstoffversorgungsanlagen (Feuerungsverordnung – FeuV) vom 06.03.1998, BayGVBl. 1998 S. 112.
- [3] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiespendende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energiesparverordnung – EnEV) vom 16. November 2001 (BGBl. I S. 3085)
- [4] Kaltschmitt, M.; Hartmann, H. (Hrsg.): Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer Verlag, Berlin, 2001
- [5] Hartmann, H. (Hrsg.): Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR), Gülzow, 2003
- [6] Uth, J.: Scheitholzvergaserkessel. Broschüre der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe FNR (Hrsg.), Gülzow (2000), 2. Auflage
- [7] Schmoeckel, G.: Ascheanalysen lassen Umweltsünder auffliegen, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.), Augsburg 2002, Tätigkeitsbericht 2002, Schriftenreihe Heft 171

Für die Bereitstellung von Bildmaterial danken wir den Firmen Guntamatic, Fröling, HDG Bavaria und Wöhler



Weitere Auskünfte:

- **Technik:**
Technologie- und Förderzentrum,
Straubing
- **Anforderungen:**
Ihr Bezirkskaminkehrermeister
- **Emissionen:**
Ihre Kreisverwaltungsbehörde