

Schadstoffe aus Holzfeuerungen und Massnahmen für Kleinanlagen

Holzheizung nur wenn gut betrieben

Die Verwendung von Holz als Energieträger ist sinnvoll, weil Holz erneuerbar ist und deshalb keinen Anstieg der Treibhausgasemissionen verursacht. Dem steht gegenüber, dass vor allem handbeschickte Holzöfen und Cheminées überproportional zum Feinstaub beitragen. Um diese gesundheitsrelevanten Schadstoffe zu reduzieren, müssen die Feuerungen sehr sorgfältig betrieben werden. Künftige Prüfverfahren sollten praxisnah gestaltet werden, und neben guten Feuerungen sind auch Kontrollen des Betriebs erforderlich.

Thomas Nussbaumer*

Die Nutzung von Holz ist CO₂-neutral und führt nicht zu einem Anstieg der Treibhausgase. Durch Ersatz einer Öl- oder Gasheizung durch eine gute Holzheizung können rund 90% der fossilen Primärenergie und des fossilen CO₂ eingespart werden. 10% graue Energie sind notwendig für die Versorgung mit Holz und den Bau der Heizung. Aus Sicht der Klimaveränderung ist ein Ersatz von Heizöl und Erdgas durch Holz somit vorteilhaft. Öl und Gas sind als nicht nachwachsende Rohstoffe zu schade zum Verheizen, da sie für Anwendungen gespart werden sollten, bei denen ein Ersatz viel schwieriger ist, nämlich für Kunststoffe und Pharmazeutika sowie als Treibstoff im Verkehr. Wenn Treibstoff aus Holz hergestellt wird, ist dies mit zusätzlichen Verlusten verbunden, weshalb Holz in Heizanlagen mehr fossile Energie einspart als im Verkehr. Da auch Holz nur beschränkt verfügbar ist, sollte allerdings vor jeder Heizungsanierung immer zuerst der Energieverbrauch durch Ausschöpfen der baulichen Massnahmen minimiert werden.

Schadstoffe aus Holzfeuerungen

Dem Vorteil von Holz stehen vergleichsweise hohe Emissionen gegenüber. Die Schadstoffe können zum Teil durch die Feuerungstechnik beeinflusst werden, sie sind teilweise aber auch brennstoffbedingt. Vor allem bei handbeschickten Feuerungen können sie zudem sehr stark durch die Betriebsweise beeinflusst werden.

Bei Holzfeuerungen sind folgende Schadstoffe von Bedeutung:

Schadstoffe aus unvollständiger Verbrennung:

→ Brennbarer Anteil im Feinstaub in Form von Russ, Teer und organischen Verbindungen

→ Brennbare gasförmige Emissionen wie Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe (KW) und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).

Schadstoffe aus vollständiger Verbrennung:

→ Anorganischer Feinstaub aus Aschekomponenten (vorwiegend Salze)

→ Stickoxide (NOX), welche hauptsächlich aus dem Holzstickstoff gebildet werden.

Schadstoffe aus weiteren Inhaltsstoffen

→ Schwermetalle

→ Chlorwasserstoff (HCl) und polychlorierte Dibenzo-p-Dioxine und Furane (PCDD/F)

→ Schwefeldioxid (SO₂).

Die Emissionen der 3. Gruppe sind gering, sofern naturbelassenes Holz verbrannt wird. Sofern jedoch Altholz oder Abfälle mitverbrannt werden, treten hohe Emissionen an Schwermetallen und HCl und meist auch an Kohlenwasserstoffen auf. Nebst einer unzulässigen Luftverschmutzung führt dies zu Korrosionsschäden und zu als Sondermüll zu behandelnder Asche. Sofern Chlor und Kupfer enthalten sind, können auch hohe Emissionen an hochgiftigen Dioxinen auftreten. Da sich Kupfer und Chlor in der Anlage anreichern, ist dies auch noch Wochen nach einer einmaligen Abfallverbrennung möglich.

Schadstoff Nummer 1: Feinstaub

Der wichtigste Schadstoff aus Holzheizungen ist lungengängiger Feinstaub mit Korngrössen unter 10 Mikrometer (Particulate Matter PM10), welcher sich bei Holzheizungen aus zwei unterschiedlichen Komponenten zusammensetzt.

Zum Einen tragen Produkte unvollständiger Verbrennung wie Russ und Teer zum Feinstaub bei. Diese Stoffe sind krebserzeugend und stark gesundheitsschädlich. Vor allem handbeschickte Holzfeuerungen verursachen relevante Konzentrationen an solchen organischen Substanzen. Gute Stückholzkessel können aber immerhin vergleichsweise tiefe Gesamtstaubemissionen von deutlich unter 50 mg/m³ (bei 13 Vol.-% O₂) erzielen. Dasselbe gilt für Cheminéeöfen, für diese allerdings nur bei idealem Betrieb mit kleinen Mengen an kleinen Holzscheitern. Bei nicht-idealem Betrieb zum Beispiel durch zu starkes Füllen oder zu frühes Schliessen der Luftklappen können Holzöfen und Cheminées zehnfach



Bild: keystone

höhere Emissionen verursachen. Gar bis zu hundert mal höhere Emissionen sind möglich, wenn nach dem Anfeuern die Luftklappen geschlossen werden, um den Abbrand zu verzögern. Der dabei emittierte Feinstaub ist zudem rund zehnfach toxischer als Dieselruss und deshalb besonders kritisch. Da die Holzverbrennung, wie Analysen der Umgebungsluft zeigen, teilweise mehr als 50% der Russbelastung verursacht, sind solche Einzelquellen durch strenge Kontrollen zu unterbinden. Nebst schlecht betriebenen Holzheizungen ist dabei allerdings auch die offene Verbrennung zu bekämpfen.

Zum andern können bei der Holzverbrennung auch salzartige Aschbestandteile durch Verdampfung und Oxidation ins Abgas gelangen und nach der Abkühlung als Feinstaub auftreten. Diese Feinstäube sind weit weniger gesundheitsschädlich als Dieselruss oder gar als Holzruss. Sie treten bei automatischen Holzfeuerungen, welche geringe Emissionen an Russ und Teer erzielen, in erhöhtem Mass auf und führen dort zu typischen Gesamtmissionen von 50 bis 150 mg/m³ (bei 13 Vol.-% O₂).

Was ist zu tun?

Aufgrund der Bildungsart der Schadstoffe sind folgende Massnahmen erforderlich:

→ Die Verbrennung von Abfall in Holzheizungen ist verboten. Leider zeigen Praxisuntersuchungen, dass dieses Verbot oft missachtet wird. Ei-

ne wirkungsvolle Kontrolle zur Durchsetzung des Abfallverbrennungsverbots ist deshalb notwendig. Das gleiche gilt für Altholz, welches lediglich in speziellen Altholzfeuerungen genutzt werden darf.

→ Auch bei der Verbrennung von naturbelassenem Holz können hohe Emissionen an organischen Stoffen auftreten. Sichtbarer Rauch am Kamin ist ein Zeichen für zu hohe Emissionen und darf bei korrektem Betrieb höchstens während kurzer Zeit beim Anfeuern auftreten. Zur Vermeidung von Russ, Teer und gasförmigen Kohlenwasserstoffen sind folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Eine gute Feuerungstechnik mit heisser Brennkammer sowie guter Mischung von Verbrennungsluft und brennbaren Gasen. Dazu dient eine zweistufige Verbrennung mit Aufteilung in Vergasung des Holzes mit Primärluft im Glutbett, Mischung der Gase mit Sekundärluft und Ausbrand der Gase in einer heissen Brennkammer. Dieses Prinzip wird bei handbeschickten Holzfeuerungen mit unterem Abbrand erzielt, während einfache Holzöfen konstruktiv bedingte Limiten für die Verbrennung aufweisen. Bei Pelletsfeuerungen und automatischen Holzfeuerungen wird eine Aufteilung der Verbrennungsluft dagegen standardmässig verwirklicht.

- Ein korrekter Betrieb der Feuerung mit geeignetem Brennstoff, der Vermeidung von Schwachlastbetrieb, wenig Anfahrphasen sowie mit optimaler Einstellung des Luft-/Bren-

stoffverhältnisses (Luftüberschuss Lambda), wenn möglich durch Einsatz einer Regelung.

→ Wenn die Bedingungen für eine vollständige Verbrennung erfüllt werden, verursacht die Holzverbrennung noch salzartige Feinstäube und Stickoxide. Für handbeschickte Holzfeuerungen sind diese zwei Schadstoffe nur von untergeordneter Bedeutung und die Entwicklung muss sich vorab auf einen vollständigen Ausbrand konzentrieren. Bei automatischen Holzfeuerungen können dagegen künftig Feinstaubabscheider zur Verminderung der Staubemissionen eingesetzt werden, während zur Verminderung der Stickoxidemissionen feuerungstechnische Konzepte entwickelt wurden, welche noch in die Praxis eingeführt werden könnten. Für grössere Anlagen kommen zudem Verfahren zur nachträglichen Stickoxidreduktion in Frage.

Häusliche Holzheizungen

Für handbeschickte Holzfeuerungen hat die Erzielung eines vollständigen Ausbrands Priorität. Moderne Stückholzkessel weisen dazu meist ein zweistufiges Verbrennungsprinzip auf. Im Weiteren verfügen sie über einen Ventilator, was eine kontrollierte Luftzuführung mit verbesserter Mischung und wetterunabhängigem Betrieb ermöglicht. Zudem sollten sie über eine Regelung zum Beispiel mit einer Lambda-Sonde sowie einen Wärmespeicher zur Vermeidung von Schwachlastbetrieb verfügen.

Holzöfen und Cheminées weisen dagegen meist Kompromisse bezüglich Feuerungstechnik auf. Die Forderung, dass die Feuerraumtür jederzeit geöffnet werden kann, erschwert den Einsatz von zweistufigen Verbrennungsprinzipien. Auf den Einsatz eines Ventilators wird meist verzichtet, was die Regelbarkeit sowie die Mischungqualität zwischen Luft und Gas einschränkt. Ein ideal betriebener Holzofen kann zwar akzeptable Feinstaubemissionen erzielen. Wenn Stückholz zur vollwertigen Heizung eines Gebäudes eingesetzt werden soll, bietet jedoch ein Stückholzkessel Vorteile. Als Alternative dazu kommen auch Pelletsheizungen in Frage. Holzpellets ermöglichen eine vollautomatische Verbrennung für kleine Leistungen sowie mit stabilem und geordnetem Betrieb. Wesentliche Vorteile sind die konstanten Brennstoffeigenschaften und der reduzierte Einfluss des Betreibers. Die Feinstaubemissionen sind vergleichbar mit einem ideal betriebenen Holzofen, die Gefahr von in der Praxis deutlich erhöhten Emissionen wird jedoch deutlich verringert.

Zur Reduktion der Feinstaubemissionen kommt auch der Einsatz von nachgeschalteten Feinstaubabscheidern in Frage. In der Schweiz wird ein einfacher Elektroabscheider angeboten, welcher den Kamin als Abscheidefläche nutzt und Abscheidewirkungen von rund 60% bis 80% erzielt. Der Staub muss vom Kaminfeger periodisch entfernt werden. In Norwegen wurde ein System entwickelt, das sich auch zum nachträglichen Anbau auf einen Kamin eignet und über 90% Abscheidewirkung erzielt. Das System soll für weniger als Fr. 1.000.- eingesetzt werden können. Erste Erfahrungen sind positiv und Hochrechnungen zeigen, dass sich der Einbau durch die eingesparten Gesundheitskosten in weniger als einem Jahr auszahlt.

Fazit

Richtig eingesetzt sind häusliche Holzheizungen sinnvoll und weisen vertretbare Schadstoffemissionen auf. Falsch betriebene Holzheizungen verursachen inakzeptable Emissionen und sind durch geeignete Massnahmen zu verhindern.

Als Alternative zu häuslichen Heizungen kommen grössere Anlagen zur Erzeugung von Wärme und Strom aus Holz in Frage, welche in einem Folgebeitrag beschrieben werden.

*PD Dr. sc. techn. Th. Nussbaumer ist Inhaber des Ingenieurbüros Verenum in Zürich, www.verenum.ch.

Reklame

Heizen mit Energie aus der Natur: **Wärmepumpen Natura.** Bei Sanierung bis +65°C Vorlauf.

Viessmann (Schweiz) AG
Geschäftsbereich SATAG Thermotechnik
Romanshornstrasse 36, 9320 Arbon
www.satagthermotechnik.ch
Tel. +41 (0)71 447 16 66

SATAG THERMOTECHNIK

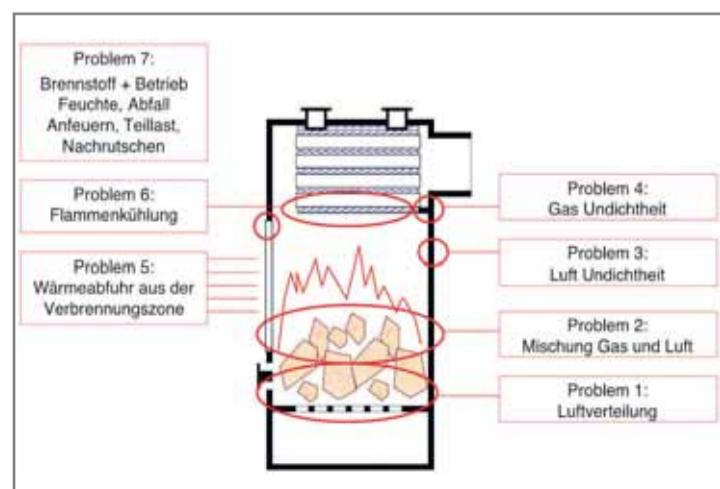


Bild 1: Konventioneller Holzofen (im Bild mit integriertem Kessel) mit einstufiger Verbrennung und oberem Abbrand. Die Probleme 1 bis 7 beschreiben die verbrennungstechnischen Limiten der einstufigen Verbrennung.

Bild: Verenum

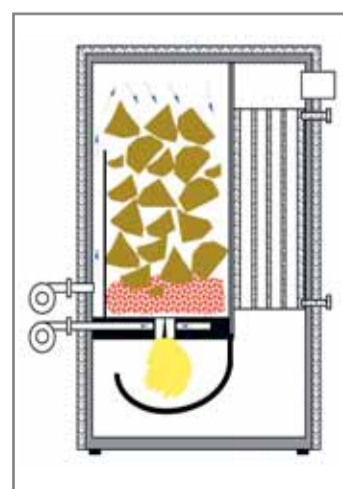


Bild 2: Zweistufige Verbrennung mit unterem Abbrand: Im Glutbett Vergasung des Holzes mit Primärluft, in der Brennkammer Gasverbrennung mit Sekundärluft.

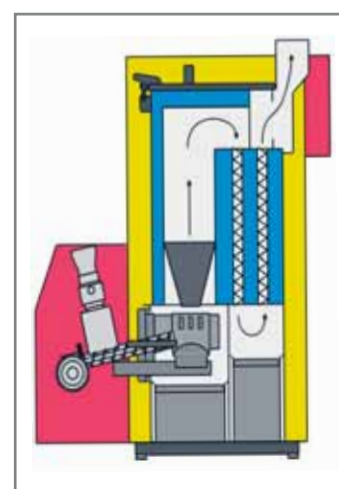


Bild 3: Pelletskessel mit automatischer Zündung und zweistufiger Verbrennung auf einem halbkugelförmigen Kipprost.

Bild: Liebi LNC



Bilder 4a und 4b: Prototyp eines elektrostatischen Feinstaubabscheiders zum Aufbau auf den Kamin.

Bilder: M. Berntsen, Norwegen