



Heizen mit Scheitholz und Holzhackschnitzeln

Holz – ein umweltschonender Brennstoff wird wieder entdeckt



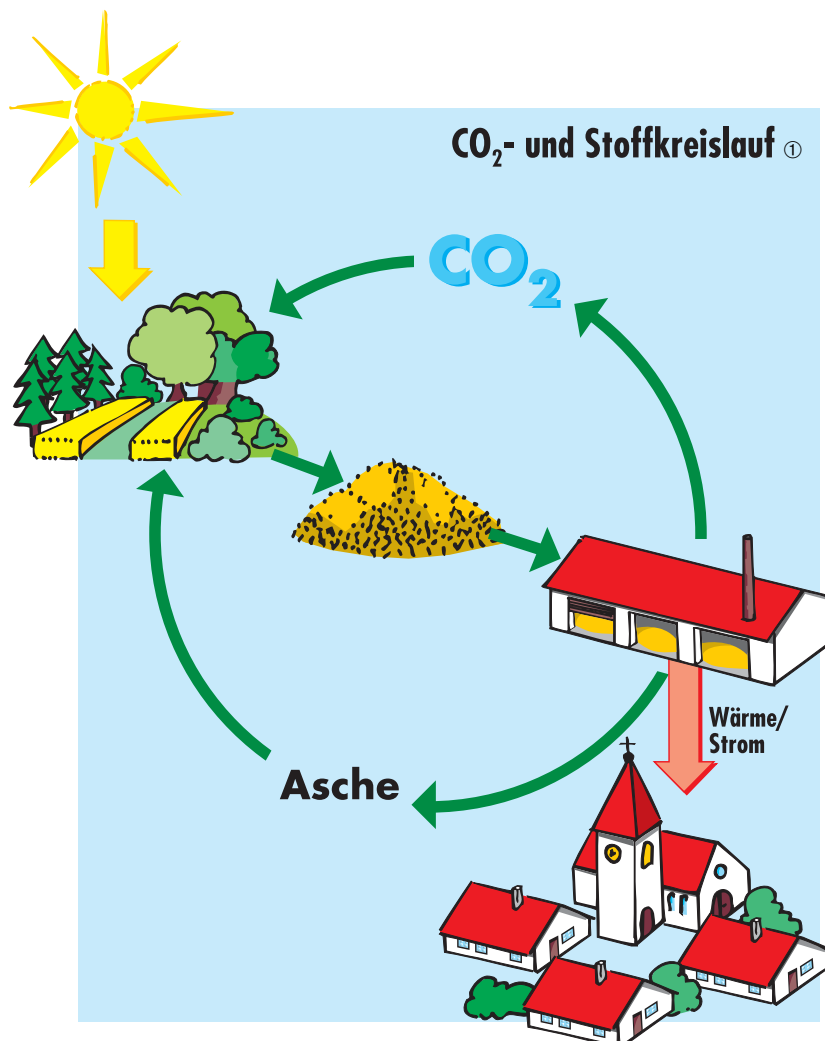
C.A.R.M.E.N.

Umweltfreundlich, komfortabel, regenerativ:

Heizen mit Scheitholz und Holzhackschnittzeln

*„Ob Scheitholz oder
Hackschnitzel, ob solo
oder in Kombination
mit einer Solaranlage –
Holz ist immer
eine gute Wahl“*

Holz ist ein Brennstoff mit Tradition. Man kann sicher sagen, dass Holz der älteste Energieträger ist, den der Mensch verwendet. Vielen ist der Einsatz von Holz zur Wärmeerzeugung noch vertraut – allerdings auch Erinnerungen an mühselige Brennholzbereitung und qualmende Holzfeuerungen. Die Endlichkeit fossiler Ressourcen und der anthropogen verursachte Treibhauseffekt lassen uns wieder auf den traditionellen Brennstoff zurückbesinnen. Heute stehen mit Scheitholz-, Hackschnitzel- oder Pelletheizungen erprobte Verbrennungstechniken zur Verfügung. Sie haben die Holzheizung wieder „gesellschaftsfähig“ gemacht.



Der Brennstoff: Holz

Viele Argumente sprechen für die Gewinnung von Energie aus Holz:

- Holz ist ein regenerativer Energieträger und bei nachhaltiger Wirtschaftsweise nahezu unendlich verfügbar
- Holz verbrennt äußerst emissionsarm, ist praktisch schwefelfrei und kann eine beinahe ausgeglichene Kohlendioxid (CO₂)-Bilanz vorweisen
- Holz ist regional verfügbar, verringert also die Anzahl und verkürzt die Wege der Brennstoff-Transporte; Unfälle bei Lagerung und Transporten verursachen keine Umweltbelastungen
- Die Nutzung von Holz reduziert unsere Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen, verlagert die Wertschöpfung in die Region und bietet eine weitere Einnahmequelle für Land- und Forstwirte

Scheitholz

Scheitholz wird klassisch mit Hilfe von Säge und Axt gewonnen. Es handelt sich dabei meist um Holz, das bei der Gewinnung von Nutzholz als nicht verwertbarer Anteil anfällt. Das Holz wird auf die entsprechende Länge gesägt und anschließend gespalten. Bereits vor der Lagerung sollte das Holz auf Betriebs- bzw. Ofenlänge zugeschnitten werden, um zusätzlichen Aufwand zu vermeiden. Eine größere Oberfläche durch Spaltung des Holzes ermöglicht eine schnellere Trocknung.



Scheitholz ②

Es darf nur naturbelassenes Holz verbrannt werden. Mit Farben, Lacken oder ähnlichen Mitteln belastetes Holz darf in den üblichen Kleinfeuerungsanlagen nicht verwendet werden, da die dabei freigesetzten Stoffe gesundheitsschädlich, eventuell sogar krebserregend sein können. Wichtig ist außerdem, dass nur möglichst trockenes Holz verbrannt wird.

Hartlaubholz wie Buche und Eiche hat eine höhere Energiedichte als dies bei Nadelhölzern wie zum Beispiel Fichte oder Kiefer der Fall ist. Das bedeutet eine längere Brenndauer und damit längere Nachlegeintervalle. Zum Anzünden des Feuers dagegen ist Nadelholz besser geeignet, weil damit wesentlich schneller die notwendige Betriebstemperatur erreicht wird, die für eine saubere Verbrennung benötigt wird.

Holz hackschnitzel

Hackschnitzel werden mit Hilfe eines Hackers aus Rest- und Schwachholz produziert, zum Beispiel aus den Teilen eines Baumes, die sich nicht für die Nutzholzproduktion eignen. Sie sind etwa Streichholz- bis Zigarettenschachtel groß. Eine möglichst einheitliche Größe der Hackschnitzel und ein geringer Wassergehalt sind Voraussetzungen für den problemlosen Einsatz in den Heizanlagen. Das verwendete Feuerungssystem sollte an die Eigenschaften der Hackschnitzel, wie beispielsweise Größe, Wassergehalt und Feinanteil, angepasst werden. Verunreinigungen wie Steine, Metallteile oder andere Fremdstoffe sollten in den Hackschnitzeln nicht enthalten sein.

Für eine emissionsarme Verbrennung ist es wichtig, nur „gutes“ Holz zu verwenden, also kein Abraumholz oder verschmutztes und morsches bzw. faules oder sehr nasses Holz. Auch der Rindenanteil sollte nicht zu hoch sein, da sich durch Rinde der Ascheanfall erhöht. Naturbelassenes Holz ohne Rinde weist in der Regel nur einen geringen Aschegehalt von etwa 0,5 bis ein Prozent auf.



Hackschnitzel ③

Die Holzverbrennung

Aufgrund des hohen Anteils an leicht flüchtigen Bestandteilen (85 % des Holzes werden bei Wärmezufuhr vergast) ist Holz ein langflammiger Brennstoff, der für eine optimale Verbrennung einen relativ großen Feuerraum benötigt.

Die **Holzverbrennung** erfolgt in drei Phasen:

➤ In der **ersten Phase, der Trocknung**, wird der Brennstoff bei einem Temperaturanstieg bis circa 150° Celsius im Feuerraum erwärmt und getrocknet. Dabei ist zu beachten, dass umso mehr Energie aufgewendet werden muss, je mehr Feuchtigkeit das Holz enthält. Diese Energie wird aus dem heißen Brennraum entnommen. Ein hoher Wassergehalt wirkt sich also negativ auf den Heizwert des Brennstoffes und auf die Verbrennung insgesamt aus.

➤ Die **zweite Phase, die Pyrolyse**, beinhaltet die Umwandlung des Holzes in brennbare Gase und erfolgt im Bereich zwischen 150 und 600° Celsius. Etwa 85 Prozent der Holzsubstanz werden zu brennbaren Gasen zersetzt, übrig bleibt Holzkohle.

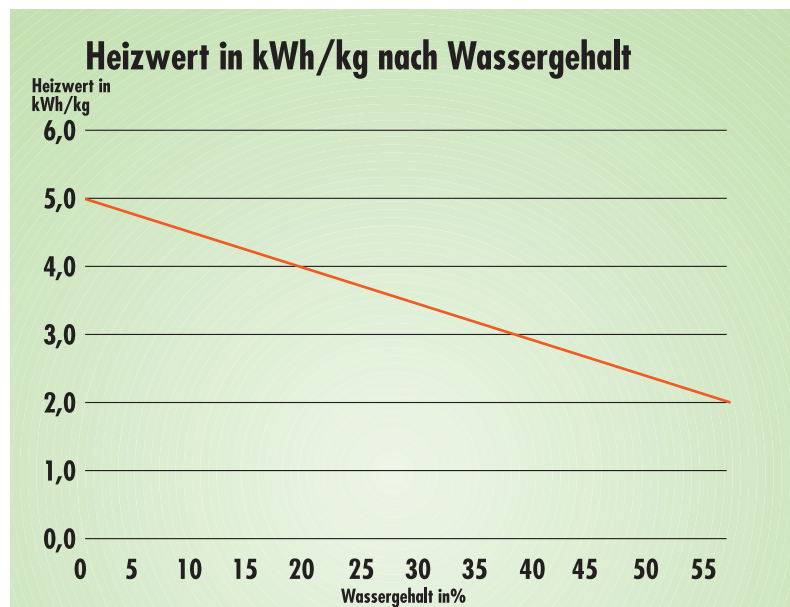
➤ In der **dritten Phase, der Oxidation**, reagieren die freigesetzten Brenngase und die Holzkohle mit dem Luftsauerstoff. Dabei entstehen Temperaturen von etwa 500 bis 1.300° Celsius.

Energie wird also erst in der dritten Phase, der Oxidation, freigesetzt. Erst wenn diese Phase abgeschlossen ist, dürfen die Rauchgase ihre Wärme an das Heizwasser abgeben, nicht vor-

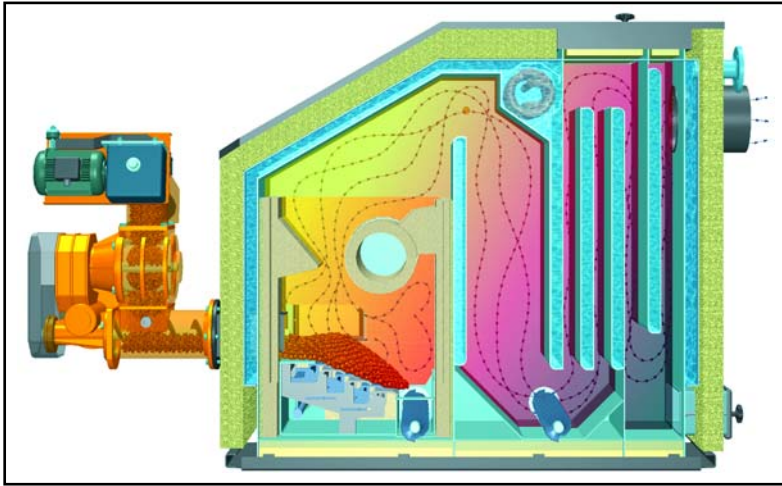
her, denn sonst entstehen vermehrt Luft verunreinigende Schadstoffe. Für eine saubere Verbrennung ist eine möglichst vollständige Oxidation der brennbaren Gase notwendig. Dies setzt eine ausreichende Sauerstoffzufuhr voraus. Zu wenig Luft verursacht Sauerstoffmangel und führt zu einer unvollständigen Verbrennung. Bei zu viel Luft wird der Verbrennungsvorgang gekühlt, was zu erhöhten Schadstoffemissionen führt. Zudem steigt der Abgasverlust, was den Wirkungsgrad reduziert und den Brennstoffverbrauch erhöht.

Der Heizwert von Holz ist nicht konstant wie bei fossilen Energieträgern (Heizöl oder Erdgas), sondern hängt von der Holzsorte und vom Wassergehalt ab.

Der **Wassergehalt** des Holzes ist von entscheidender Bedeutung für die Verbrennung. Je höher der Wassergehalt, desto geringer ist der Heizwert des Brennstoffes. Den höchsten Wassergehalt weist erntefrisches Holz mit etwa 40-60 Prozent der Gesamtmasse auf. Bei der Verfeuerung von Scheitholz sollte möglichst trockenes Holz, das ein bis zwei Jahre regengeschützt gelagert wurde, verwendet werden. Es sollte in Scheite mit einem Umfang von etwa 10-20 Zentimeter gespalten und an einem gut durchlüfteten Ort gelagert werden. Nach etwa ein bis zwei Jahren beträgt der Wassergehalt bei richtiger Lagerung nur noch etwa 20 Prozent. Der Wassergehalt von Hackschnitzeln sollte auf die Feuerungstechnik abgestimmt sein. Deshalb kann es sinnvoll sein, das zu hackende Holz an geeigneten Plätzen im Wald zwischenzulagern.



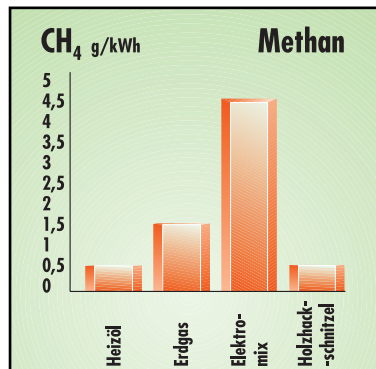
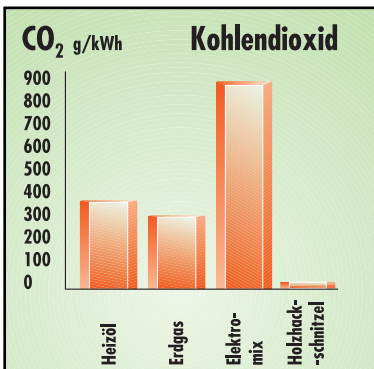
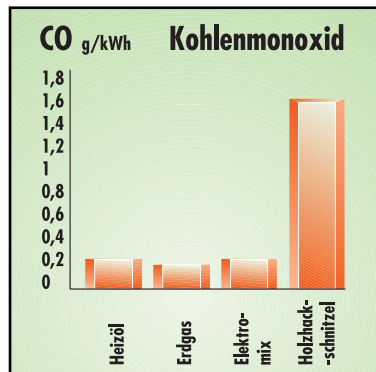
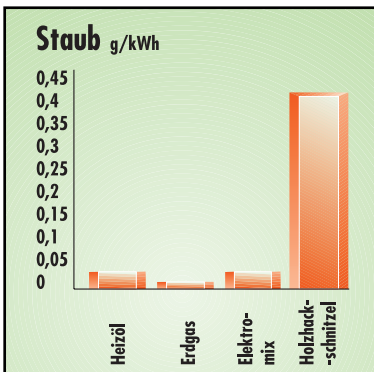
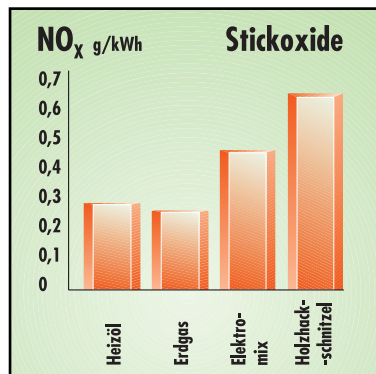
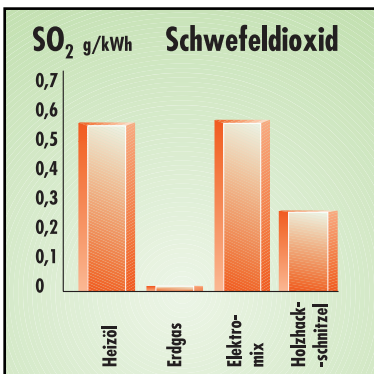
Quelle: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft ④



Querschnitt Hackschnitzelkessel mit Vorschubrostfeuerung ⑤

Der Brennstoff wird durch eine Zellenradschleuse geführt, mittels einer Stokerschnecke von links in die Feuerung transportiert und auf den Rost aufgegeben. Dort finden Trocknung, Vergasung und Ausbrand statt. Die Brenngase verbrennen in der darüber liegenden Brennkammer. Eine Verengung trägt zur Verwirbelung und besseren Vermischung von Verbrennungsluft und brennbaren Gasen bei. Im Wärmetauscher (rechts) geben die Rauchgase ihre Wärme an das Heizungswasser ab. Die Entschung erfolgt automatisch mittels Schnecken.

Luftschadstoffe bei der Wärmebereitstellung in g/kWh Nutzwärme



Bei der Verbrennung von Holz entstehen **Emissionen**, die über den Schornstein an die Umgebung abgegeben werden. Diese teilen sich auf in unvermeidbare und vermeidbare Emissionen.

Unvermeidbare Emissionen sind vor allem Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid (CO₂), Stickoxide (NO_x) und Aschepartikel.

Der Wasserdampf entsteht bei der Trocknung des Holzes in der Feuerung und der Oxidation des im Holz vorhandenen Wasserstoffes. Er verursacht keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt. Lediglich eine unschädliche Dampffahne kann bei kaltem Wetter zu sehen sein.

CO₂ entsteht durch die Oxidation des Kohlenstoffes und ist selbst nicht toxisch, trägt aber zum Treibhauseffekt bei. Aufgrund des nahezu geschlossenen CO₂-Kreislaufs bei der energetischen Nutzung von Holz kann CO₂ vernachlässigt werden.

NO_x entsteht u.a. durch die Oxidation des im Brennstoff enthaltenen Stickstoffes. Allerdings ist der Stickstoffgehalt von naturbelassenem Holz äußerst gering, entsprechend sind die NO_x-Emissionen aus einem Holzfeuer im Regelfall niedrig.

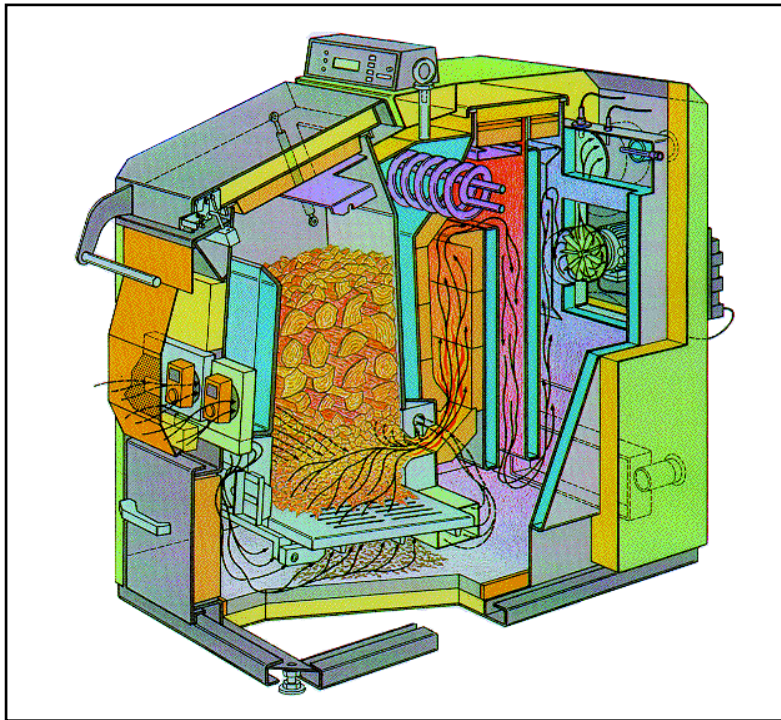
Die anfallende **Asche** entsteht aus den nicht brennbaren Teilen des Holzes und wird zum Teil mit dem Rauchgasstrom mitgerissen (Staubemission). Maßnahmen gegen Staubemissionen sind der Einbau von Fliehkraftabscheidern, Gewebe- oder Elektrofiltern. Aber auch in den Wärmetauschern der Heizkessel wird Staub zurückgehalten. Dieser Staub muss regelmäßig abgereinigt oder aus den Absetzkammern entfernt werden.

Vermeidbare Emissionen wie Kohlenwasserstoffe, Kohlenstoffmonoxid und Ruß entstehen durch unvollständige Verbrennung und können durch Optimierung der Feuerung auf ein Minimum reduziert werden. In den letzten 15 Jahren haben die Kesselhersteller hier einiges getan, so dass die modernen Holzfeuerstätten längst nicht mehr mit denen aus den 80er Jahren vergleichbar sind.



Quelle: GEMIS (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme) ⑥

Hacker ⑦



Querschnitt Scheitholzessel ⑥

Der Brennstoff wird manuell von oben in den Füllschacht (links) aufgegeben und rutscht entsprechend der unten abgebrannten Menge von selbst nach. Die Schwelgase werden durch den Glutstock gesogen und verbrennen mit vorgewärmter Sekundärluft in der nachgeschalteten Brennkammer. Wärmetauscher rechts.

Die Technik

Wer sich für einen Holzessel entscheidet, hat die Wahl zwischen der handbeschildkten und der automatisch beschildkten Feuerstätte. Während bei einer Scheitholzheizung der Brennstoff manuell aufgegeben wird, erfolgt die Brennstoffzufuhr bei Hackschnitzelheizungen automatisch.

A Scheitholzfeuerung

Jeder Scheitholzessel besitzt einen Füllraum, in den die Holzstücke von Hand eingelegt werden. Manche Holzessel können Meterscheite verbrennen, andere nur Stückhölzer bis zu 50 Zentimetern. Der Füllraum eines modernen Scheitholzgebläses reicht für vier bis acht Stunden Brenndauer, je nach Wärmeabnahme. Erst dann muss neues Holz nachgelegt werden. Dies kann bei Kesseln mit seitlichem oder unterem Abbrand auch bei laufendem Kessel geschehen.

Bei der Unterbrandfeuerung brennt nur ein kleiner Teil der Brennstoffmenge, und zwar direkt über der Glut befindliche. Das unverbrannte Holz im Füllschacht rutscht selbsttätig nach. Die entstehenden Schwelgase werden durch das Glutbett gesogen und verbrennen mit vorgewärmter Sekundärluft in der Brennkammer. Das Saugzuggebläse unterstützt die Zufuhr von Verbrennungsluft und befördert die Rauchgase in den

Schornstein. Es sorgt für gleichmäßige Betriebsbedingungen im Kessel und vermeidet zudem die Ansammlung von Schwelgasen, die andernfalls zu Verpuffungen führen könnten. Durch Veränderung der Menge der zugeführten Verbrennungsluft ist eine begrenzte Leistungsregulierung möglich. Mittels einer Lambdasonde kann auch eine Feuerungsregelung zur Minimierung der Emissionen realisiert werden. Primär- und Sekundärluft können klar getrennt werden.

Bei den modernen mikroprozessorgesteuerten Scheitholzesseln ist eine Leistungsanpassung auf bis zu 50 Prozent der Nennwärmeleistung möglich. Obwohl die neuen Scheitholzessel auch bei Teillast noch gute Wirkungsgrade erreichen, sollten sie in jedem Fall mit einem Warmwasserspeicher (Pufferspeicher) gekoppelt sein. Mit dem Pufferspeicher kann der Betrieb des Holzessels von der tatsächlichen Wärmenachfrage des Heizungssystems entkoppelt werden. Der Holzessel kann so überwiegend mit seiner vollen Leistung und damit in einem Bereich geringster Emissionen und hoher Wirkungsgrade betrieben werden, auch wenn gerade nur wenig Wärme benötigt wird. Außerdem können so die Nachlegeintervalle verlängert werden. Der Pufferspeicher sollte entsprechend den Angaben des Kesselherstellers dimensioniert werden. Empfehlenswert sind Min-

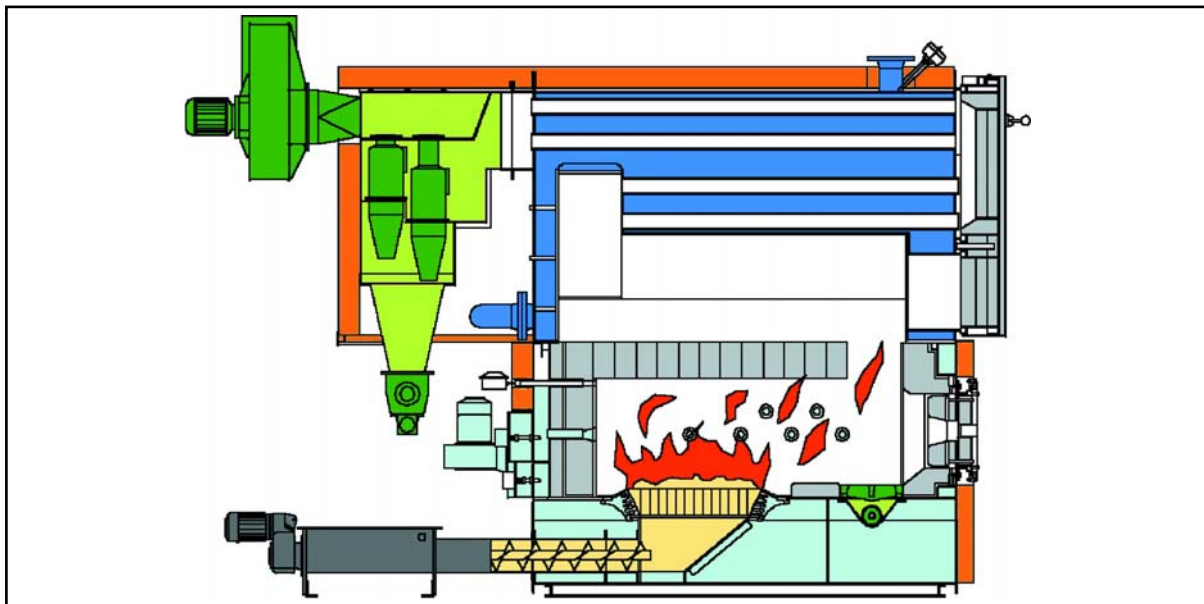
destgrößen von 50 oder besser 100 Litern je Kilowatt Nennwärmeleistung.

B Hackschnitzelfeuerung

Hackschnitzelfeuerungen sind heute technisch ausgereift und stehen Heizkomfort in nichts nach. Angeboten werden derzeit vor allem Einschub-, Unterschub- und Rostfeuerungen. Es handelt sich dabei sämtlich um automatisch beschildkte Systeme, das heißt, die Hackschnitzel werden mittels einer Stokerschnecke oder einer hydraulischen Schubvorrichtung automatisch in den ausschamotierten Brennraum befördert. Eine Rückbrandsicherung, zum Beispiel eine Zellenradschleuse, verhindert, dass das Feuer aus dem Brennraum in das Hackschnitzellager zurückbrennt. Eine bedarfsgerechte Brennstoffzufuhr und eine automatisch geregelte Luftzuführung ermöglichen einen gleichbleibend hohen Wirkungsgrad der Feuerstätte bei geringsten Emissionen. Ein Pufferspeicher ist nicht notwendig. Die Brennstoffqualität muss an die Bedürfnisse der Feuerstätte angepasst sein. Die Angaben des Herstellers sind zu beachten.

Tipps für handbeschildkte Feuerungsanlagen

- Verwenden Sie nur naturbelassenes Holz (oder Holzbriketts).
- Das Holz muss trocken sein. Nach ein- bis zweijähriger trockener Lagerung sinkt der Wassergehalt auf bis zu 20 Prozent.
- Die Spaltung des Brennholzes sollte vor der Lagerung erfolgen.
- Geben Sie unter keinen Umständen mehr Holz in den Brennraum, als zur Beheizung des Puffers erforderlich ist.
- Heizkessel und Schornstein müssen zusammenpassen. Lassen Sie dies von einem Fachmann prüfen. Der Einbau eines neuen Kessels kann eine Schornsteinanierung erforderlich machen. Fragen dazu beantwortet der Bezirksschornsteinfegermeister.
- Es dürfen nur die zugelassenen Brennstoffe verfeuert werden. Das Verbrennen von Müll in einer Holzfeuerung ist nicht nur unzulässig, sondern verkürzt auch die Lebensdauer Ihrer Feuerungsanlage.
- Überzeugen Sie sich regelmäßig vom ordnungsgemäßen Zustand Ihrer Scheitholzfeuerung. Bei Auffälligkeiten wenden Sie sich bitte umgehend an den Hersteller bzw. Lieferanten Ihres Kessels.



Querschnitt Unterschubfeuerung ③

Der Brennstoff wird von einer Stokerschnecke in die Feuermulde transportiert; dort erfolgen Trocknung, Entgasung und Teiloxidation. Die vollständige Oxidation erfolgt in der darüber liegenden Nachbrennkammer. Quer liegend die Rohre des Wärmetauschers.

Die Leistungsabgabe eines Hackschnitzkessels kann je nach Brennstoffqualität auf bis zu 30 Prozent der Nennwärmeleistung geregelt werden. Wird keine Wärme mehr benötigt, geht der Kessel in den Gluterhaltungsbetrieb. Hackschnitzkessel können mit einer automatischen Zündeinrichtung und einer automatischen Entaschung ausgestattet werden. Eine gelegentliche Reinigung des Kessels von Hand ist erforderlich, damit hohe Wirkungsgrade und geringe Emissionen auf Dauer gewährleistet sind.

C Unterschubfeuerung

Der Brennstoff wird durch eine so genannte Stokerschnecke in eine Feuermulde (Retorte) eingeschoben; dementsprechend unterscheidet man Unter- und Einschubfeuerung. In der Feuermulde erfolgen die Entgasung des Holzes und die Oxidation der Holzkohle. Der Ausbrand der Brenngase findet in der darüber liegenden Nachbrennkammer statt. Die heißen Abgase werden in den Wärmetauscher geführt, wo sie ihre Wärme an das Heizungswasser abgeben. Nach dem Wärmetauscher strömen die Rauchgase in den Schornstein. Ein Saugzugventilator sorgt für gleichmäßige Verbrennungsbedingungen und verhindert Schwelgasansammlungen im Kessel.

Primär- und Sekundärluft werden mittels Ventilatoren getrennt zugeführt und automatisch geregelt. Die Primärluft wird der Feuermulde zugeführt und dient der Brennstoffvergasung sowie zum Ausbrand der Holzkohle. Die Sekundärluft wird den brennbaren

Gasen über der Feuermulde zugegeben, so dass diese in der Nachbrennkammer vollständig oxidiert werden können. Der Gesamtluftüberschuss λ liegt zwischen 1,5 und 1,9. Brennstoff und Verbrennungsluft werden automatisch angepasst.

D Vorschubrostfeuerung

Die Vorschubrostfeuerung besitzt einen bewegten Rost, auf den der Brennstoff von der Stokerschnecke aufgeschoben wird. Auf dem Rost erfolgen die Trocknung und die Vergasung des Brennstoffs. Am Ende des Rosts wird die Holzkohle ausgebrannt. Übrig bleibt die Asche, die mittels einer Schnecke automatisch in einen Container ausgetragen wird. Über dem Rost erfolgt die Oxidation der brennbaren Gase. Primär- und Sekundärluft werden dementsprechend durch den Rost bzw. über dem Brennstoffbett zugegeben. Diese Technik erlaubt hohe Brennstofftoleranzen. Je nach Führung der Rauchgase unterscheidet man Gleich-, Mittel- oder Gegenstromfeuerung. Während die Gleichstromfeuerung für die Verbrennung relativ trockener Hackschnitzel geeignet ist, können in der Gegenstromfeuerung Hackschnitzel mit einem Wassergehalt bis zu 60 Prozent verfeuert werden.

Hinweis

In der Rubrik „Energie“ auf der C.A.R.M.E.N.-Homepage (www.carmen-ev.de) finden Sie ständig aktualisierte Listen von Herstellern und Lieferanten, sowohl der verschiedenartigen Holzessel als auch der zugehörigen Brennstoffe.



C.A.R.M.E.N.

Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk

Schulgasse 18 · 94315 Straubing
Tel.: 0 94 21 - 9 60 300
Fax: 0 94 21 - 9 60 333
E-Mail: contact@carmen-ev.de
URL: <http://www.carmen-ev.de>



Diese Broschüre ist Informationsmaterial für die Biomasse-Tage der Regionen und wurde unterstützt durch die Europäische Union über das Programm „Intelligente Energie für Europa“

Die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieser Broschüre liegt beim Autor und stellt nicht die Meinung der Gemeinschaft dar. Die Europäische Kommission ist nicht verantwortlich für jedwede Art der Nutzung der in der Broschüre vorhandenen Informationen.

Impressum: Herausgeber: C.A.R.M.E.N. Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk; **Vi.S.d.P.:** Werner Döller; **Text und Konzeption:** C.A.R.M.E.N. e.V.; **Layout:** ABC&D Coburg; **Bildnachweis:** Titel, ①, ② C.A.R.M.E.N.; Titel, ②, ③, ④ Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF); ⑤, ⑥ Niederbayerische Kaminkehrerinnung; ⑥ GEMIS; ⑨ SCHMID Holzfeuerungen; **Juni 2009;** Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe erlaubt.