

Heizen mit Holz Holzpellets | Hackschnitzel | Stückholz

Fachinformationen für Verbraucher





1.	Einführung	1
1.2.	Nachhaltige Forstwirtschaft – ein Qualitätsmerkmal	1
1.3.	Scheitholz	2
1.4.	Hackschnitzel	3
1.5.	Pellets	6
2.	Technik	7
2.1.	Scheitholz	7
2.2.	Hackschnitzel	9
2.3.	Pellets	11
2.4.	Staubemissionen von Holzheizungen	14
2.5.	Wärmenetze	15
3.	Hinweise für die Planung und Umsetzung	16
4.	Wirtschaftlichkeit	18
5.	Aktueller Stand der Holzenergienutzung in Niedersachsen	21
6.	Förderprogramme	22
	Klimacenter Werlte	23

1. Einführung

Der Umwelt- und Klimaschutz ist ein bedeutendes Argument für die Nutzung von Holz. Schließlich entstehen durch die Verbrennung fossiler Energieträger erhebliche gesellschaftliche und ökologische Folgekosten, die aber bei den heutigen Energiepreisen völlig unberücksichtigt bleiben. Und genau hier liegen die Vorteile des heimischen Brennstoffs Holz gegenüber den (importierten) fossilen Energieträgern.

Holz ist umweltfreundlich, denn es ist quasi gespeicherte Sonnenenergie und zeichnet sich durch eine CO₂-neutrale Verbrennung aus: Bei der Verfeuerung im Heizkessel wird das zuvor während des Pflanzenwachstums gebundene CO₂ wieder freigesetzt und so der Kohlendioxidkreislauf geschlossen. Die Entwicklung der Holzheiztechnologie birgt ein großes Potential – insbesondere in Niedersachsen als agrarisch strukturiertem Flächenland. Derzeit stellt Holz 58 % der Wärme aus erneuerbaren Energiequellen bereit. Langfristig kann Biomasse einen deutlichen Anteil der fossilen Energieträger Heizöl, Erdgas und Kohle ersetzen.

Holz ist der wichtigste und bekannteste nachwachsende Rohstoff. Der Heizwert von Holz hängt vom Wassergehalt ab; er ist bei trockenem Holz höher als bei feuchtem. Es gibt eine Vielzahl an Brenn-

stoffarten, Aufbereitungsformen und Qualitäten, da Holzbrennstoffe eine sehr unterschiedliche Herkunft haben können:

- naturbelassenes Holz aus der Durchforstung und Ernte von Waldholz
- naturbelassenes Landschaftspflegeholz
- naturbelassenes Restholz aus der Holzbearbeitung (z. B. von Sägewerken)
- naturbelassene und behandelte Resthölzer aus der Holzverarbeitung (Tischlereien, Zimmereien, Fensterbau, Bauindustrie u. a.)
- unbehandeltes und behandeltes Altholz, das aus dem stofflichen Nutzungsprozess ausgeschieden ist (z. B. Paletten, Obstkisten, Dielen, Möbel- und Sperrmüllholz)

Die Verwendung von Gebrauchtholz führt durch die Nutzungskaskade aus stofflicher und energetischer Verwendung zu einer besonders guten Ausnutzung des nachwachsenden Rohstoffs Holz. Die emissionsrechtlichen Vorgaben bei der Verbrennung von Altholz sind dabei unbedingt einzuhalten.

Wenn in Neubauten 50 % des Wärmeverbrauchs aus einer Holzheizanlage erzeugt werden oder über ein Wärmenetz bezogen werden, sind damit auch die Anforderungen des Gebäude-Energie-Gesetzes erfüllt.

1.2. Nachhaltige Forstwirtschaft – ein Qualitätsmerkmal

In Niedersachsen bedeckt Wald mit rund 1,2 Mio. ha etwa 24 % der Landesfläche. Jährlich wachsen etwa 10 m³ Holz je ha zu, wovon etwa 4,6 m³ genutzt werden. Stellt man sich Holzzuwachs als Würfel vor, hätte dieser eine Kantenlänge von 230 m.

Damit die Ressource Holz langfristig für die Nutzung als Werkstoff und Energieträger zur Verfügung stehen kann, bedarf es einer nachhaltigen Forstwirtschaft und eines verantwortungsvollen Umgangs mit dem Rohstoff Holz.

Ein maßvoller Ausbau der Anzahl an Holzheizungen ist möglich und sinnvoll, wenn dabei gleichzeitig auf eine effiziente Nutzung des Brennstoffes geachtet wird. Je besser die Wärmedämmung von Gebäuden und je effizienter die Verbrennung, desto mehr Häuser können mit Holz beheizt werden.

In Verbindung mit energieeffizienten Gebäuden, sinnvollen Gesamtenergiekonzepten und einer nachhaltigen Forstwirtschaft ist die Holzenergienut-

zung ein wichtiger Baustein im Mix der erneuerbaren Energien.

Achten Sie beim Brennstoffeinkauf darauf, dass das Holz möglichst aus der Nähe stammt. So unterstützen Sie die regionale Wertschöpfung und es entstehen keine unnötigen Transportwege.



Das Prinzip der Nachhaltigkeit hat seinen Ursprung in der Waldbewirtschaftung und steht heute für eine verantwortungsvolle Entwicklung sowie ökologisches, ökonomisches und soziales Gleichgewicht in allen Gesellschaftsbereichen.

Eine nachhaltige Forstwirtschaft sorgt dafür, dass nur so viel Holz geerntet wird, wie auch wieder nachwächst. Um den Wald als Ökosystem und Naherholungsgebiet trotz stetig wachsendem Bedarf der

Menschen an Holzprodukten dauerhaft zu erhalten, ist eine konsequente Anwendung des Nachhaltigkeitskriteriums unerlässlich. In Deutschland sorgen gesetzliche Regelungen und freiwillige Gütesiegel (PEFC oder FSC) dafür, dass hohe Nachhaltigkeitsstandards angewandt werden. Es ist daher sinnvoll, die Herkunft des Holzes zu hinterfragen. Bei importiertem Holz kann die Nachhaltigkeit nicht immer gewährleistet werden.

1.3. Scheitholz



Scheitholz besteht meist aus geringwertigem Holz, das bei der Durchforstung als Nebenprodukt der Stammholzernte anfällt und nicht verarbeitet wird. Größere Mengen werden häufig nach Volumen (Raummeter) abgerechnet, kleinere Einheiten auch nach Gewicht verkauft. Brennholz sollte vor der Lagerung auf die benötigte Länge (typischerweise 33 cm oder 50 cm) geschnitten und gespalten werden, damit es gut trocknen und bequem gehandhabt werden kann.

Scheitholz muss mindestens zwei Jahre regengeschützt im Freien lagern, um einen ausreichend geringen Wassergehalt zu erreichen. Eine entsprechend überdachte Lagerfläche sollte den Holzbedarf für zwei bis drei Jahre aufnehmen können. Die Holzscheite sollten an einer möglichst sonnigen Stelle (Südseite) so aufgeschichtet werden, dass eine ausreichende Belüftung sichergestellt ist. Frisches Holz darf auf keinen Fall im Keller eingelagert werden, da es dort nicht ausreichend trocknet und stockig wird.

Hartes Laubholz (Buche, Eiche u. ä.) hat einen höheren Heizwert pro Raummeter als Nadelholz (z. B. Kiefer, Fichte). Dennoch ist es sinnvoll, einen bestimmten Vorrat an Nadelholz für das Anzünden des Kessels einzulagern. Die anfängliche Verfeuerung von Nadelholz verkürzt die Anheizphase, d. h. die für eine stabile Vergasung und Verbrennung erforderliche Betriebstemperatur wird wesentlich schneller erreicht als bei ausschließlicher Verfeuern von Laubholz.

Die Feuerstätten dürfen nicht zur Abfallentsorgung verwendet werden. Sie arbeiten mit relativ geringen Verbrennungstemperaturen und haben keine Abgasreinigungsanlage. Druckerzeugnisse (auch Zeitungspapier), Kunststoffanteile oder behandeltes (z. B. lackiertes) Holz setzen bei der Verbrennung im Ofen Schadstoffe frei, wie z. B. Schwermetalle, aber auch hochgiftige Dioxine, die über die Abgase und die Asche in die Umwelt gelangen. Außerdem können Ablagerungen zu Schäden im Brennraum führen.

Holzart	Eiche / Buche	Ahorn / Birke	Kiefer / Lärche	Fichte	Pappel
Ersetzbare Heizölmenge in Liter je Raummeter lufttrockenes Scheitholz	210	190	175	150	120

1.4. Hackschnitzel

Hackschnitzel sind etwa streichholzschachtelgroße Holzstückchen, die eine automatische Wärmebereitstellung insbesondere für größere Gebäude ermöglichen. Sie werden über entsprechende Fördereinrichtungen vom Brennstoffsilo in die Feuerungsanlage transportiert.

Hackschnitzel werden mit Hilfe von Hackern oder Schreddern aus Schwach- und Restholz hergestellt, d. h. zum Beispiel aus den Abschnitten von Bäumen, die für eine anderweitige Verwertung nicht geeignet sind. Das Rohmaterial kann prinzipiell zu feinem oder grobem Hackgut verarbeitet werden. Zur Klassifizierung der Brennstoffeigenschaften gilt die europäische Norm EN 14961-1, die Holzhackschnitzel nach bestimmten Qualitätsmerkmalen (Größe, Schüttdichte, Wasser- und Aschegehalt) unterteilt. Sie hat die österreichische ÖNorm M 7133 abgelöst.

Die Brennstoffeigenschaften wie Wassergehalt, Größe und Überlängen- bzw. Feinanteil sollten an die Förder- und Beschickungseinrichtungen sowie an den Feuerungstyp angepasst sein. Insbesondere bei großen Hackschnitzel-Heizanlagen wird die Anlagentechnik entsprechend dem langfristig zur Verfügung stehenden Brennstoff ausgewählt. Kleine Hackschnitzelfeuerungen werden meist mit Feinhackgut der Klassen P 31,5 und P 45 betrieben, da die Förderschnecken der Anlagen nicht für grobes Material ausgelegt sind. Als Brennstoff kommt hier

naturbelassenes Holz (z. B. Wald- und Sägerestholz) mit einem maximalen Wassergehalt von etwa 35 % in Frage.

Größere Hackschnitzel-Heizanlagen müssen über ein entsprechend dimensioniertes Lager verfügen, das mindestens die Brennstoffmenge für einen mehrtägigen Volllastbetrieb der Anlage aufnehmen kann. Bei einer Kesselleistung von 100 kW ist dies bspw. eine Brennstoffmenge von 20 m³. Bei Kleinstanlagen, beispielsweise zur Wärmeversorgung von kleinen Mehrfamilienhäusern, ist eine Lagerung der gesamten Jahresbrennstoffmenge möglich. Dabei ist jedoch zu gewährleisten, dass die Hackschnitzel ausreichend trocken sind, um eine Schimmelbildung zu verhindern.

Feinere und trockenere Ware kommt vornehmlich in privaten Hackschnitzelfeuerungen bis ca. 100 kW zum Einsatz. Die Anforderungen an den Brennstoff können dabei direkt in den Kaufvertrag aufgenommen werden. Die Klassen B1 und B2 sind dagegen eher für kleinere gewerbliche und kommunale Wärmenetze bis ca. 1 MW thermischer Leistung zu empfehlen. Grundsätzlich gilt: Die Hackschnitzel-Norm DIN EN ISO 17225-4 ist eine verlässliche Grundlage für Verhandlungen und Verträge, ihre Verwendung ist aber freiwillig und es besteht keine gesetzliche Verpflichtung.



Quelle: HAWK

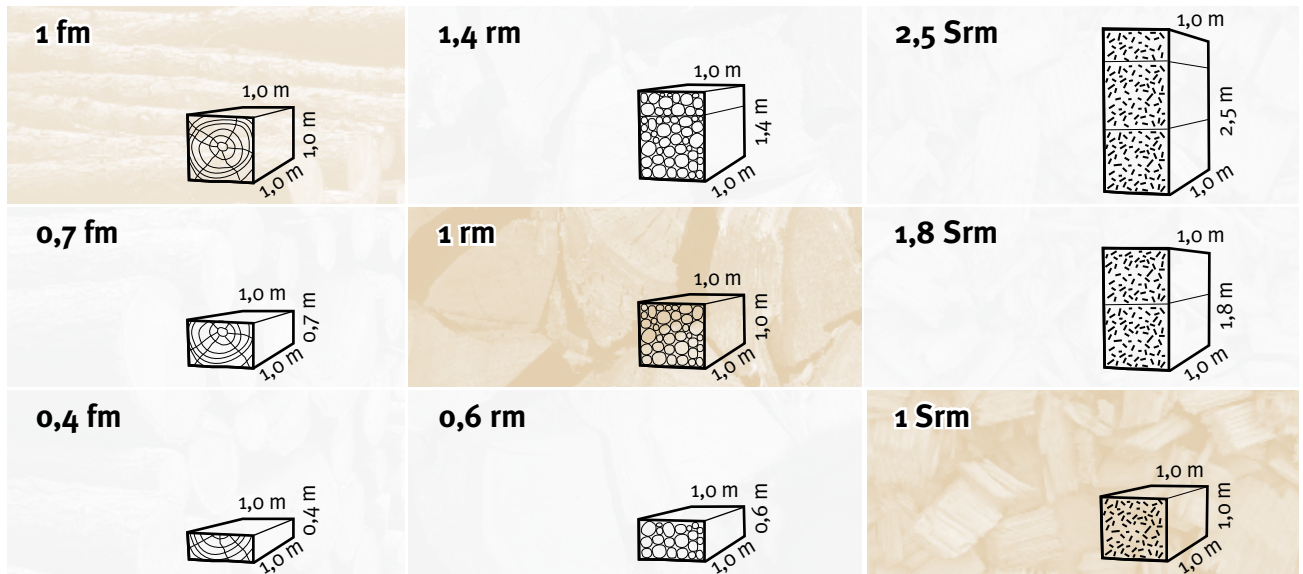


Quelle: Brüggemann

Rundholz
in Festmeter (fm)

Schichtholz
in Ster oder Raummeter (rm)

Hackschnitzel
in Schüttraummeter (Srm)



1 Festmeter (fm) = 1,4 Raummeter/Ster (rm) = 2,5 Schüttraummeter (Srm) Hackschnitzel

Quelle: LWF

Tipps für die eigene Brennstoffproduktion

Ein Großteil der Hackschnitzel für die Anwendung in privaten Feuerungen wird von den Betreibern der Anlage oft selbst produziert, denn nicht selten kommen diese aus dem land- und forstwirtschaftlichen Bereich und der Brennstoff stammt aus dem eigenen Wald oder Feld. Dabei gibt es zahlreiche Ansatzpunkte für die Optimierung der eigenen Brennstoffproduktion. Je nach Rohmaterial (z. B. Baumart, Sortiment), Hackmaschine (z. B. Hackertyp, Messerschärfe, Siebkorb, Austragssystem) oder Aufbereitung (z. B. Trocknung, Lagerung, Siebung) kann die Hackschnitzelqualität von optimal bis zu ungenügend für die jeweilige Feuerung schwanken.

Weitere qualitätsbestimmende Einflüsse sind z. B die Arbeitsweise in der Vorkette (Ernte, Holzurückung) oder die Verschmutzung der Brennstoffe mit Mineralboden. Praktische Hinweise zur Bereitstellung qualitativ hochwertiger Hackschnitzel sowie eine Anleitung zu einem internen Qualitätsmanagement bietet das »FNR-Handbuch zum Qualitätsmanagement von Holz hackschnitzeln«, welches als Download kostenlos unter www.fnr.de zur Verfügung steht.



Klassifizierung von Holzhackschnitzeln nach DIN EN 14961-1

	Maße [mm]			
	Klasse	Hauptfraktion	Feinanteil	Grobanteil
N o r m a t i v		≥ 75 % der Masse	≤ 3,15 mm	max. Länge der Partikel
	P 16 A	3,15 mm ≤ P ≤ 16 mm	12 %	≤ 3 % ≥ 16 mm, alle ≤ 31,5 mm
	P 16 B	3,15 mm ≤ P ≤ 16 mm	12 %	≤ 3 % ≥ 45 mm, alle ≤ 120 mm
	P 31,5	8 mm ≤ P ≤ 31,5 mm	8 %	≤ 6 % ≥ 45 mm, alle ≤ 120 mm
	P 45 A	8 mm ≤ P ≤ 45 mm	8 %	≤ 6 % ≥ 63 mm, ≤ 3,5 % ≥ 100 mm, alle ≤ 120 mm
	P 45 B	8 mm ≤ P ≤ 45 mm	8 %	≤ 6 % ≥ 63 mm, ≤ 3,5 % ≥ 100 mm, alle ≤ 350 mm
	P 63	8 mm ≤ P ≤ 63 mm	6 %	≤ 6 % ≥ 100 mm, alle ≤ 350 mm
P 100	16 mm ≤ P ≤ 100 mm	4 %	≤ 6 % ≥ 200 mm, alle ≤ 350 mm	
				max. Querschnitt
				1 cm ²
				1 cm ²
				2 cm ²
				5 cm ²
				5 cm ²
				10 cm ²
				18 cm ²
	Wassergehalt, M (m-% im Anlieferungszustand)			
M10	≤ 10	M40	≤ 40 begrenzt lagerfähig	
M15	≤ 15	M45	≤ 45	
M20	≤ 20 trocken	M50	≤ 50	
M25	≤ 25	M55	≤ 55 feucht	
M30	≤ 30 lagerfähig	M55+	≥ 55 erntefrisch	
M35	≤ 35			
	Aschegehalt, A (m-% auf wasserfreier Bezugsbasis)			
A0.5	≤ 0,5	A3.0	≤ 3,0	
A0.7	≤ 0,7	A5.0	≤ 5,0	
A1.0	≤ 1,0	A7.0	≤ 7,0	
A1.5	≤ 1,5	A10	≤ 10,0	
A2.0	≤ 2,0	A10+	≥ 10	
	Heizwert, Q (MJ/kg oder kWh/kg im Anlieferungszustand) oder Energiedichte E (MJ/m³ Schüttvolumen)			
	Schüttdichte, BD (kg/m³ im Anlieferungszustand)			
BD150	≥ 150	BD350	≥ 300	
BD200	≥ 200	BD400	≥ 400	
BD250	≥ 250	BD450	≥ 450	
BD300	≥ 300	BD450+	≥ 450 (kleinsten Wert angeben)	
	Ascheschmelzverhalten (°C, Erweichungstemperatur DT sollte angegeben werden)			

1.5. Pellets

Holzpellets sind zylindrische Presslinge aus getrocknetem, naturbelassenem Restholz (z. B. Sägemehl, Hobelspäne), das bei der Holzverarbeitung anfällt. Lignin, das natürliche, holzeigene Bindemittel, sorgt beim Pressvorgang dafür, dass die Pellets formstabil bleiben. Die Zugabe von chemischen Bindemitteln ist bei der Herstellung ebenso ausgeschlossen wie die Verwendung von Holz, das mit Fremdstoffen belastet ist. Pellets haben in der Regel einen Durchmesser von 6 oder 8 mm und eine Länge von 10 bis 30 mm.

Pellets weisen eine vergleichsweise hohe Energiedichte auf: Der Heizwert von Pellets beträgt ca. 5 kWh/kg. 2 kg Pellets haben etwa den gleichen Energiegehalt wie 1 Liter Heizöl. Der Aschegehalt von Holzpellets beträgt 0,5 bis 1,5 %. Der Ascheanfall für ein Einfamilienhaus liegt bei qualitativ hochwertigen Pellets beim Verbrauch von 6000 kg bei ca. 30 kg Asche im Jahr. Ein Kubikmeter Holzpellets (ca. 650 kg) kann ca. 325 Liter Heizöl ersetzen.

Die Qualitätsanforderungen an Pellets sind in der europäischen Norm EN 14961-2 festgelegt, die die bisherige Klassifizierung DIN plus ersetzt hat und gleich bleibende Brennstoffeigenschaften garantiert.

Der niedrige Wassergehalt und die Feinkörnigkeit des Brennstoffs bieten beste Voraussetzungen für eine optimale Verbrennung, die durch geringe Schadstoffemissionen und einen geringen Ascheanfall gekennzeichnet ist. Die verhältnismäßig hohe Dichte der Pellets erlaubt eine platzsparende Lagerung; eine ergänzende Aufbereitung des Brennstoffs ist nicht notwendig.

Aufgrund der genormten Abmessungen in Verbindung mit der dadurch gewährleisteten Rieselfähigkeit können Pellets in automatischen Beschickungseinrichtungen eingesetzt werden. Der geringe Abrieb ist wichtig, um den Staubanteil trotz des Einblasvorgangs gering zu halten. Er wird von einigen Anbietern durch die Zugabe von Rapsöl unter die Normwerte verringert. Dank des guten Fließverhaltens und der einfachen Dosierbarkeit des Brennstoffs sind automatische Holzfeuerungs-systeme auch im kleinen Leistungsbereich für Einfamilienhäuser verfügbar.

Durchmesser	mm	6 oder 8 (± 1)
Länge		≥ 3,15 d ≤ 40 mm
Schüttdichte	kg/m ³	≥ 600
Heizwert	MJ/kg kWh/kg	≥ 16,5 ≥ 4,6
Wassergehalt	%gew	≤ 10
Feinanteil	%gew	≤ 1
mech. Festigkeit	%gew	≥ 97,5
Aschegehalt	%gew	≤ 0,7
Ascheschmelzpunkt	°C	≥ 1.200



2. Technik

2.1. Scheitholz

Einzelfeuerstätten für Scheitholz

Einzelfeuerstätten geben ihre Wärme bauartbedingt nur an den umgebenden Raum ab und zwar meist durch Wärmestrahlung und ggf. zusätzlich durch Konvektion. Zu den Einzelfeuerstätten zählen beispielsweise offene oder geschlossene Kamine und Kaminöfen sowie Speicheröfen. Einzelfeuerstätten werden in der Regel nur gelegentlich und als Zusatzheizung betrieben.

Offener Kamin

Ein offener Kamin ist keine Heizung im eigentlichen Sinne, da nur etwa 20 % der Energie für die Raumwärmerwärmung genutzt wird und der Rest aus dem Schornstein entweicht. Sie dürfen daher nur kurzzeitig betrieben werden. Diese Feuerstätten dienen primär der Wohnwertsteigerung, wohingegen der Nutzen als Zusatzheizung in den Hintergrund tritt.

Geschlossener Kamin

Ein geschlossener Kamin zeichnet sich dadurch aus, dass er über einen Heizeinsatz mit selbsttätig schließender Glastür oder Glasscheibe verfügt. Durch den geschlossenen Feuerraum kann die Verbrennungsluftzufuhr besser kontrolliert werden, wodurch der Wirkungsgrad ansteigt und die Verbrennungsqualität verbessert wird. Die Wärme wird bei diesen Feuerstätten größtenteils durch Strahlung abgegeben. Viele geschlossene Kamine sind jedoch auch mit Konvektionskanälen und Warmluftröhren ausgestattet, über die warme Luft abgeleitet wird, wobei auch eine Wärmeabgabe an benachbarte Räume möglich ist.

Kaminöfen

Ein Kaminofen wird frei im Wohnraum aufgestellt und besitzt eine im Betrieb luftdicht verschlossene Tür mit Sichtscheibe. Kaminöfen geben einen großen Teil ihrer Wärme durch Strahlung ab, wobei die Oberflächentemperatur bis zu 250 °C betragen kann. Öfen mit großen Massen weisen hohe Wärmespeicherfähigkeiten auf und führen zu einer gleichmäßigeren Verbrennung. Kaminöfen werden bevorzugt in der Übergangszeit oder als Zusatzheizung genutzt. Sie sind aufgrund der industriellen Fertigung verhältnismäßig preiswert und zudem einfach und schnell zu installieren.



Allerdings sollte der Schornsteinfeger vor der Inbetriebnahme eines Kaminofens sowohl die Eignung des Schornsteins als auch die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften prüfen. Andernfalls würde die Betriebsgenehmigung nicht erteilt. Bei der Auswahl eines Kaminofens sollte darauf geachtet werden, dass es sich um ein hochwertiges Produkt mit gutem Wirkungsgrad und sauberer Verbrennung handelt. Hierzu trägt die getrennte Zuführung der Verbrennungsluft bei (Primär-, Sekundär- und Tertiärluft).

Zimmeröfen mit Anschluss an die zentrale Heizungsanlage

Durch den Einbau einer Wassertasche (eines Wasser-Wärmetauschers) können Einzelöfen in das zentrale Heizsystem eingebunden werden. So lässt sich ein sichtbares Feuer mit einer Heizung des gesamten Hauses verbinden.

Kaminöfen mit Wassertasche geben etwa 60 bis 80 % der Wärme an das zentrale Heizungssystem und den Rest als Strahlungswärme in den Raum ab. Je nach Bauart kann bei Kachelöfen mit Wassertasche der Anteil der Wärme, der auf das nachgeschaltete Heizungssystem übertragen wird, stark variieren. Bei entsprechender Auslegung kann das ganze Haus beheizt werden.

Werden Scheitholz-Öfen in gut gedämmten Häusern eingesetzt, so kann es unter entsprechenden Einsatzbedingungen zu einer Überhitzung des beheizten Raumes kommen. Deshalb ist eine richtige Dimensionierung wichtig. Durch den Anschluss des Ofens an eine zentrale Heizungsanlage wird die Wärme gleichmäßiger im Gebäude verteilt und kann auch zeitversetzt abgegeben werden. Für die Brauchwassererwärmung im Sommer ist auf jeden Fall die Kombination mit einem anderen Heizsystem notwendig – ideal ist die Kombination mit einer thermischen Solaranlage.

Scheitholzkessel für Zentralheizungsanlagen

Scheitholzkessel gehören wie Kohle- oder Koksfeuerungen zu den so genannten Festbrennstoffkesseln. Je nach Brennstoff und Verwendungszweck gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Kessel, in denen Scheitholz verbrannt werden kann.

Die meisten modernen Scheitholzkessel sind gebläseunterstützte Holzvergaserkessel, vorwiegend mit Leistungen zwischen 15 kW und 50 kW. Herzstück ist eine Hochtemperaturbrennkammer, in der die aus der Glut entweichenden Holzgase mit Luft verwirbelt werden und bei hohen Temperaturen vollständig verbrennen.



- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 Fülltür | 8 Aschebehälter unter Wärmetauscher |
| 2 Füllraum | 9 Abgasgebläse |
| 3 Entgasungszone | 10 Wartungsdeckel, Brenneranschluss |
| 4 heißer Tunnel für Nachverbrennung | 11 Sicherheitswärmetauscher |
| 5 Aschelade | 12 Lambdasonde |
| 6 Röhrenwärmetauscher | |
| 7 Reinigungsdeckel | |

Quelle: Firma KÖB

Die Brenndauer (und damit der Heizungskomfort) eines Scheitholzkessels hängt u. a. vom Füllraumvolumen und Kesselwirkungsgrad sowie von dem Brennstoff und der Betriebsweise ab; sie liegt typischerweise im Bereich zwischen vier und zwölf Stunden. Scheitholzkessel sollten stets in Kombination mit einem Warmwasserspeicher (Pufferspeicher) installiert werden. Damit lässt sich der Holzkessel überwiegend in seinem optimalen Arbeitsbereich (bei voller Leistung) betreiben, auch wenn gerade nur wenig Wärme benötigt wird.

Die überwiegende Anzahl der marktverfügbaren Kessel ist für das Befüllen mit 50 cm langem Scheitholz ausgelegt. Der Kesselfüllraum sollte immer etwas größer sein, um auch geringfügig längere Abschnitte aufnehmen zu können. Ein wichtiger Aspekt bei der Auswahl eines Scheitholzkessels ist die zu erwartende Brenndauer einer Brennstofffüllung. Bei der Ermittlung von Energiegehalt und Brenndauer ist zu berücksichtigen, dass das vom Kesselhersteller angegebene Füllraumvolumen nicht vollständig genutzt werden kann. Zum einen lässt sich das Holz nicht so exakt einschichten, dass keine Hohlräume mehr vorhanden sind, zum anderen ist die maximale Länge bzw. Tiefe des Füllraums nicht nutzbar, da die Beschickungstür problemlos schließen muss.

Pufferspeicher

Bei modernen mikroprozessorgesteuerten Scheitholzkesseln ist eine Leistungsreduzierung auf bis zu 30 % der Nennwärmeleistung grundsätzlich möglich. Obwohl derartige Holzvergaserkessel selbst bei Teillast noch gute Wirkungsgrade erreichen, sollten sie in jedem Fall in Kombination mit einem Warmwasserspeicher installiert werden. Mit einem Pufferspeicher lässt sich der Betrieb des Holzkessels vom tatsächlichen Wärmebedarf des Heizungssystems entkoppeln. Der Holzkessel kann dann 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 lassen sich so die Nachlegeintervalle verlängern. Ist der Brennstoff verbraucht, geht der Kessel automatisch in den Gluterhaltungsbetrieb über. Die Größe des Pufferspeichers muss mit der Größe des Kessels abgestimmt werden. Der Pufferspeicher sollte die Wärmemenge einer kompletten Brennraumbeschickung aufnehmen können. Bei Förderung nach

dem Marktanreizprogramm des Bundes wird ein Mindestspeichervolumen von 55 Litern/kW Nennleistung gefordert. Empfohlen wird jedoch eine größere Dimensionierung mit ca. 70 bis 100 Litern/kW.

Vorteile	Nachteile
bewährte und gute Technik (Wirkungsgrad bei 90 %)	Eigenleistung bei Brennstoffbereitstellung erforderlich
niedrige Anschaffungskosten	geringer Komfort (häufiges Befüllen, keine automatische Beschickung)
günstiger Brennstoffpreis	großer Lager- und Platzbedarf

Tipps für den erfolgreichen Betrieb:

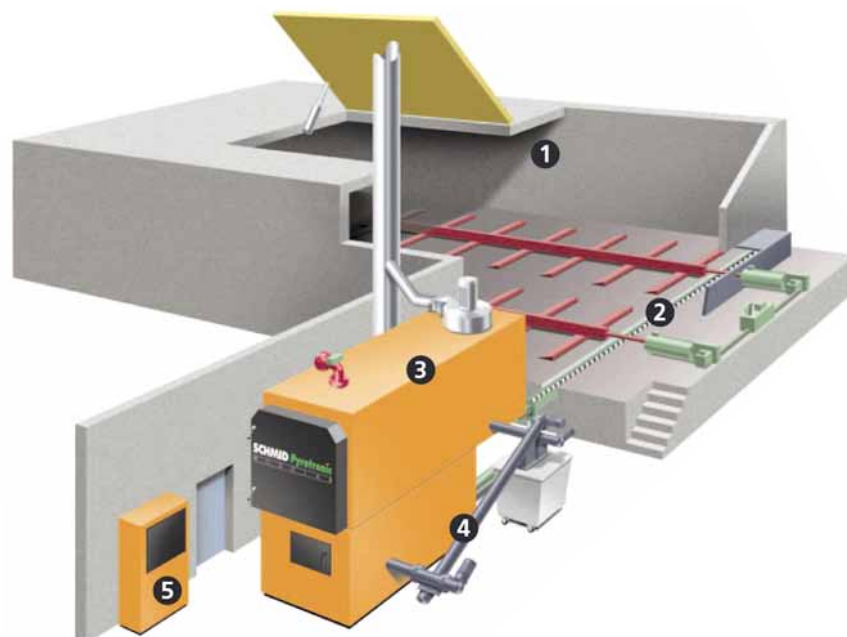
- die Leistung des Kaminofens nach dem Wärmebedarf des Aufstellraums wählen
- naturbelassenes Holz mit einem Wassergehalt von max. 20 % verwenden
- bei Einzelöfen regelmäßig nachlegen, um eine kontinuierliche Verbrennung zu erhalten
- Zentralheizungskessel mit großem Füllschacht sowie Leistungs- und Feuerungsregelung wählen

2.2. Hackschnitzel

Hackschnitzel-Heizanlagen werden in einem sehr weiten Leistungsbereich mit Nennwärmeleistungen von etwa 20 kW bis hin zu 5 MW und mehr angeboten. Hackschnitzelanlagen bestehen im Wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- Brennstofflager mit Befülleinrichtung und Lager- raumaustragung
- Hackschnitzeltransport zum Heizkessel
- Heizkessel mit Steuerung
- (automatische) Entaschung

Für die Kesselbeschickung werden in der Regel Dosierschnecken oder, insbesondere bei Hackschnitzeln mit Überlängen, hydraulische Einschubvorrichtungen eingesetzt, die den Brennstoff nach Bedarf in den Feuerraum transportieren. Hackschnitzelkessel verfügen üblicherweise über eine automatische Rauchrohr- bzw. Wärmetauscherreinigung, die elektrisch angetrieben wird oder pneumatisch ausgeführt ist. Als Sicherheitsvorrichtung wird eine Löscheinrichtung oder Trennvorrichtung integriert, die ein Rückbrennen in den Lagerraum verhindert.



- 1 Silo/Silouaustragung
- 2 Brennstofftransport
- 3 Vorschubrostfeuerung
- 4 automatische Entaschung
- 5 Steuerung

Quelle: Schmid AG



Die kontinuierliche Brennstoffzuführung ist der Leistung des Kessels angepasst, um ein optimales Glutbett zu erhalten. Bei modernen Feuerungen wird eine gestufte Brennluftzufuhr sowohl als Primärluft im Brennerraum als auch als Sekundärluft in der Ausbrandzone eingesetzt, um die Emissionen zu minimieren.

Ein Pufferspeicher, wie ihn Scheitholzfeuerungen erfordern, ist für den Betrieb eines Hackschnitzelkessels aufgrund der Teillastfähigkeit nicht zwingend erforderlich, aber durchaus empfehlenswert – insbesondere bei ausschließlicher Versorgung aus einem Hackschnitzelkessel. Aktuell gilt ein Volumen von 30 Liter/kW als Mindestwert bei der Förderung von Hackschnitzelkesseln. Für den technischen Betrieb von Hackschnitzel-Heizanlagen ist nicht nur eine sorgfältige Planung der Kesselanlage nötig, sondern auch die Berücksichtigung von Herstellung, Bereitstellung und Transport des Brennstoffs. Das eingesetzte Hackgut sollte stets gleichbleibende Eigenschaften aufweisen.

Größere Hackschnitzel-Heizanlagen weisen einen beträchtlichen Platzbedarf für die Lagerung und Trocknung des Brennstoffs sowie für die Zuführeinrichtungen auf; sie eignen sich beispielsweise für die Nahwärmeversorgung von Siedlungen oder als Heizanlagen für Schulen und ähnliche Wärmeabnehmer.

Eine regelmäßige Kontrolle und Reinigung von Holzheizungen wirkt sich positiv auf die ordnungsgemäße Funktion und die Langlebigkeit der Heizungsanlage aus. Der wöchentliche Wartungs- und Reinigungsaufwand wird von den Kesselherstellern überwiegend auf 5 bis 20 Minuten beziffert – je nach Automatisierung des Wärmetauschers und des Ascheustrags. Die renommierten Kesselhersteller haben einen Reinigungs- und Wartungsplan



bzw. Empfehlungen für die durchzuführenden Tätigkeiten. Empfehlenswert ist der Abschluss eines Servicevertrages mit dem Hersteller, um die jährliche Kontrolle der Feuerungsanlage durch einen Fachmann zu gewährleisten.

Das Brennstofflager befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Kessel. Es kann sowohl in bestehenden Räumen eingerichtet werden als auch als erdversenktes Silo ausgeführt werden. Letzteres weist meist eine höhere Investition auf, ermöglicht aber ein einfaches Abkippen aus den Lieferfahrzeugen und vermeidet ein Nachschieben durch einen Frontlader. In allen Fällen muss ausreichend Rangierfläche für die Lieferfahrzeuge vorgesehen werden.

Vorteile	Nachteile
hoher Komfort durch automatische Kesselbeschickung	vergleichsweise hohe Investition
vielfältige Holzherkünfte und Bereitstellungswege	unterschiedliche Brennstoffqualitäten
geringe Brennstoffpreise	großer Lagerraumbedarf





Tipps für den erfolgreichen Betrieb:

- die Verbrennungstechnologie nach dem vorgesehenen Brennstoff wählen
- Pufferspeicher erhöhen die Laufzeitintervalle und die Verbrennungseffizienz
- einen Aufstellort vorsehen, der einen nur geringen Umbauaufwand erfordert
- die Lagerkapazität der Kesselleistung und den Liefermengen anpassen

2.3. Pellets

Die Wärmeleistung von Pelletfeuerungen variiert je nach Kesselgröße und Einstellung in einem sehr weiten Bereich von ca. 2 kW bis hin zu etwa 1000 kW. Grundsätzlich lassen sich die am Markt verfügbaren Heizungssysteme für Pellets in zwei Kategorien einteilen, die sich vor allem in Bezug auf Leistung und Bedienkomfort unterscheiden:



- Pelletkaminöfen (Einzelöfen ohne bzw. mit Wasserwärmetauscher) werden im Wohnraum aufgestellt und – aufgrund ihrer geringen Nennwärmeleistung – hauptsächlich zur Beheizung einzelner Räume bzw. zur Wärmeversorgung von Wohnungen oder Häusern mit geringem Wärmebedarf genutzt.
- Pelletzentralheizungskessel (halb- oder vollautomatisch) werden im Keller oder in einem Heizraum installiert und versorgen das gesamte Gebäude mit Wärme (Heizung und Warmwasser).

Neben Zentralheizungskesseln, die ausschließlich für den Betrieb mit Pellets geeignet sind, werden auch so genannte Kombikessel angeboten, die sowohl mit Pellets als auch mit Scheitholz betrieben werden können.

Die Kesselhersteller verlangen für einen reibungslosen Betrieb und die Einhaltung der Garantiebestimmungen in der Regel die Verwendung von Pellets, die gemäß EN 14961-2 hergestellt wurden. Bei minderwertiger Brennstoffqualität können Funktion und Komfort der Pelletheizungsanlage beeinträchtigt werden

Pelletkaminöfen

Ein Pelletkaminofen mit Sichtscheibe ist eine optisch ansprechende und behagliche Wärmequelle, sowohl für einen einzelnen Wohnraum als auch für Gebäude bzw. Wohnungen (bei entsprechend geringem Wärmebedarf). Der regelbare Leistungsbereich liegt zumeist zwischen 2 kW und 10 kW. Ein integrierter Brennstoff-Vorratsbehälter ermöglicht je nach Ofenmodell einen Dauerbetrieb von etwa 70 Stunden und mehr. Die Pellets werden in der Regel aus handelsüblichen 15-kg- oder 25-kg-Säcken nachgefüllt. Der Bedienungsaufwand ist relativ gering. Viele Pelletöfen lassen sich auch um eine automatische Beschickung erweitern.

Neben herkömmlichen Kaminöfen sind auch solche mit Wasserwärmetauschern erhältlich, die eine Anbindung an das Heizungssystem ermöglichen. Dadurch lassen sich die Einzelöfen zu Zentralheizungsanlagen erweitern. Bei derartigen Pelletöfen werden etwa 20 % der erzeugten Wärme an den Aufstellraum abgegeben, 80 % sind für die Beheizung der übrigen Räume und die Warmwasserbereitung verfügbar.



Quelle: Topline Wodtke

Pelletkaminöfen mit Heizungsanbindung werden an einen Pufferspeicher angeschlossen. Um eine Aufheizung des Aufstellraums im Sommer zu vermeiden, ist für die Trinkwassererwärmung eine Kombination mit einem weiteren Heizsystem erforderlich. Dabei ist es besonders sinnvoll, den Warmwasserbedarf mit einer thermischen Solaranlage zu decken. Der Pufferspeicher bildet dann die Schnittstelle zwischen Pelletheizung und Solarsystem. Auch Pelletzentralheizungskessel werden durch die Kombination mit einer Solaranlage zur Warmwasserbereitung insbesondere in den Sommermonaten entlastet.

Pelletzentralheizungskessel

Pelletkessel für Zentralheizungsanlagen können in Alt- oder Neubauten sowie in kleineren Nahwärmenetzen eingesetzt werden. Sie sind ähnlich komfortabel wie Ölheizungen, da Brennstoffzuführung und Verbrennung vollautomatisch ablaufen und lediglich die Asche (ca. 0,5 - 1,0 % der eingesetzten Brennstoffmenge) entsorgt werden muss.

Bei Pelletzentralheizungskesseln kann zwischen halb- und vollautomatischen Systemen unterschieden werden. Vollautomatische Anlagen sind über eine Förderschnecke oder ein Saugsystem mit dem Lagerraum bzw. Brennstoffsilo verbunden, aus dem

die Pellets automatisch zum Heizkessel transportiert werden. Halbautomatische Kessel verfügen über einen größeren Vorratsbehälter, der von Hand mit Pellets befüllt wird. Diese so genannten Kompaktanlagen können durch den Anschluss eines geeigneten Beschickungssystems aber auch zu vollautomatischen Pelletzentralheizungen erweitert werden.

Fördertechnik für Pellets

Die Beschickung der Feuerungsstätte mit Pellets kann auf unterschiedliche Weise vorgenommen werden:

- Nachfüllen per Hand
- Pellettransport per Schwerkraft
- automatisch per Förderschnecke
- automatisch per Saugsystem

Für die Handbeschickung, beim Pellettransport per Schwerkraft und bei Verwendung eines Saugsystems muss die Anlage mit einem Vorratsbehälter direkt am Kaminofen bzw. Heizkessel ausgestattet sein. Anlagen mit einer Kesselbeschickung per Förderschnecke können sowohl mit als auch ohne Vorratsbehälter ausgeführt werden. Die Handbeschickung ist sicherlich die kostengünstigste Variante,



Quelle: RWG Leese



Quelle: ÖkoFEN Heiztechnik GmbH

allerdings ist sie mit einem gewissen Arbeitsaufwand verbunden. Die Befüllung aus Pelletsäcken ist somit nur bei geringem Jahresheizenergieverbrauch zu empfehlen, d. h. bei Niedrigenergie- oder Passivhäusern. In der Regel ist ein Lagerraum mit automatischer Fördereinrichtung vorzusehen.

Bei geeigneter Aufstellung besteht die Möglichkeit, eine automatische Beschickung durch einen Pellettransport mittels Schwerkraft zu realisieren. Dazu ist in dem Geschoss über dem Kaminofen oder Kessel ein kleiner Lagerraum mit schrägem oder trichterförmigem Boden vorzusehen.

Ein weit verbreitetes Beschickungssystem für Pellets ist die Förderschnecke. Der einfache Aufbau dieser automatischen Beschickungseinrichtung garantiert eine hohe Betriebssicherheit und geringen Wartungsaufwand. Die von Elektromotoren angetriebenen Schneckensysteme arbeiten beim Brennerbetrieb meist kontinuierlich. Mitunter wird der Brennstoff auch über eine große Förderschnecke vom Lagerraum zunächst in einen Vorratsbehälter am Kessel transportiert. Vom Vorratsbehälter fördert eine kleinere Schnecke die Pellets in den Brennraum. Eine derartige Ausführung verringert die Geräuschentwicklung und reduziert den Energieverbrauch, führt aber aufgrund des zusätzlichen Pelletbehälters zu etwas höheren Investitionen.

Mit Saugsystemen können auch größere Distanzen (bis zu 25 m) oder Höhenunterschiede zwischen Brennstofflager und Pelletzentralheizung überbrückt werden. Die Kessel sind in diesem Fall mit einem Vorratsbehälter auszustatten, der über eine Unterdruck-Fördereinrichtung nachgefüllt wird. Saugsysteme haben den Vorteil, dass die Anordnung von Brennstofflagerraum und Heizraum sehr flexibel gestaltet werden kann; eine Förderung über mehrere Räume hinweg und um Ecken herum ist möglich. Nachteilig ist der etwas höhere Geräuschpegel, der allerdings nur beim periodischen Auffüllen des Vorratsbehälters auftritt und durch eine gute Schallisolation der Schlauchleitungen reduziert werden kann.

Lagerung

Pelletzentralheizungen benötigen einen Lagerraum für den Brennstoff. Der Pelletlagerraum sollte über einen schrägen Boden verfügen, damit z. B. über eine Förderschnecke oder ein Saugsystem eine möglichst vollständige Entleerung des Raums

erreicht werden kann. Wenn der gesamte Jahresverbrauch gelagert werden soll, gilt für die erforderliche Größe die Faustregel, dass pro Kilowatt Heizlast $0,9 \text{ m}^3$ Lagerraum (Bruttovolumen inklusive »Leerraum«) vorzusehen sind. Durch den Einbau des Schrägbodens ergibt sich ein nutzbares Volumen in Höhe von etwa 70 % des Lagerraum-Bruttovolumens. Pellets sollten nicht länger als zwei Jahre gelagert werden, da ihre Qualität (z. B. spezifizierte Brennstoffeigenschaften, gute Förder- und Dosierbarkeit) im Laufe der Zeit nachlassen kann. Daher sollte der Lagerraum über eine Tür oder eine andere Möglichkeit verfügen, um in das Innere zu gelangen, so dass die Pellets ggf. entnommen oder Störungen behoben werden können.

Bei Zentralheizungsanlagen werden die Pellets in der Regel mit einem Tankwagen angeliefert und mittels eines Pumpschlauchs in das Brennstofflager eingeblasen. Dazu muss der Lagerraum über zwei metallische Anschlussrohre mit von außen zugänglichen Kupplungsstutzen verfügen: Ein Rohr dient zum Einblasen der Pellets, über das zweite Rohr kann der Überdruck entweichen und der beim Befüllen entstehende Staub abgesaugt werden. Die Kupplungsstutzen dürfen aufgrund der maximalen Länge des Tankwagen-Pumpschlauchs nicht mehr als 30 m von der Hauszufahrt entfernt sein.

Neben dem typischen Lagerraum im Kellergeschoss besteht beispielsweise auch die Möglichkeit, Pellets in einem Gewebesilo, in Tanks aus Metall oder Kunststoff sowie in einem Erdtank (ähnlich den Heizöl- und Flüssiggastanks) zu lagern.

Anforderungen an die Lagerung im Überblick:

- Trockener Lagerraum mit ausreichender Belüftung (sonst Aufquellen und Schimmeln der Pellets)
- Keine Elektro- und Wasserleitungen im Lagerraum
- Staubdichtigkeit für Einblasvorgang
- Bei Belieferung sollte die Entfernung vom Tankwagen zum Lager so kurz wie möglich sein, um den Abrieb so gering wie möglich zu halten

Vorteile	Nachteile
hoher Komfort durch automatische Kesselbeschickung	vergleichsweise hohe Anschaffungskosten
standardisierter Brennstoff	bei Lieferung im Tankwagen geeignete Zuwegung erforderlich
geringer Lagerraumbedarf	

Tipps für den erfolgreichen Betrieb:

- Kessel mit automatischer Brennstoffzufuhr haben einen ähnlichen Komfort wie Heizölkessel
- Brennstofflager in vorhandenen Räumen können z.T. in Eigenleistungen errichtet werden
- pro kW Kesselleistung sollte ein Lagervolumen von 0,9 m³ vorgesehen werden
- beim Einblasen der Pellets kann eine Entfernung von bis zu 30 m überwunden werden

2.4. Staubemissionen von Holzheizungen

Staubemissionen stehen aufgrund der Umsetzung der EU-Luftqualitätsrahmenrichtlinie in der Diskussion. Auch wenn der Großteil der emittierten Mengen von Verkehr und industriellen Quellen verursacht wird, sind Holzheizanlagen nicht frei von Kritik. Stehen den Emissionsminderungen bei klimaschädlichen Gasen doch erhöhte spezifische Werte bei Staub gegenüber. Holzheizanlagen tragen jedoch nur mit 3,8 % zu den gesamten Staubemissionen und mit 6,8 % zu den Feinstaubemissionen bei.

Die Staubemissionen unterscheiden sich stark hinsichtlich der Verbrennungstechniken und der Holzbrennstoffe. Moderne Pelletkessel emittieren im Vergleich zu älteren Holzöfen nur einen Bruchteil der Staubmenge. Einfachere Verbrennungstechniken wie Kaminöfen oder Durchbrandöfen führen zu höheren Freisetzung, die den gesetzlichen Grenzwert von 20 mg/m³ auch übersteigen können. Offene Kamine weisen sogar keinerlei Minderungsmöglichkeiten auf. Dies führt zu Mehrbelastungen, wenn solche Anlagen neu installiert oder ältere Öfen aufgrund hoher Erdgas-/Heizölpreise wieder in Betrieb genommen werden. Der Ersatz dieser Kessel durch moderne Pellet- oder Hackschnitzelkessel kann die Staubemissionen also deutlich senken, ohne auf die CO₂-freie Wärmeerzeugung zu verzichten.

Umweltfreundlicher Anlagenbetrieb

Die Emissionen von Holzheizanlagen können durch folgende Faktoren reduziert werden, wobei manuell beschickte Kessel höhere Emissionswerte aufweisen als automatisch beschickte Anlagen.

- Um einen guten Ausbrand zu erreichen, müssen Feuerung und Brennstoff aneinander angepasst sein. Wird zu feuchter Brennstoff eingesetzt, kommt es zu unvollständiger Verbrennung. Pelletkessel sind von derartigen Schwankungen am wenigsten betroffen.
- Die geringsten Emissionen entstehen bei Vollast. Sie können im Teillastbetrieb bei verringerter Wärmeabnahme zunehmen und erreichen im Gluterhaltungsbetrieb Maximalwerte. Die Einbindung eines Wärmespeichers (also große Wasserbehälter mit möglichst 80 bis 100 l je kW installierter Leistung bei Scheitholzesseln) sorgt hier für einen gleichmäßigeren Betrieb und vermeidet zahlreiche Lastwechsel.
- Um eine gleichbleibend gute Verbrennung zu erreichen, sind eine regelmäßige Reinigung der Wärmetauscherflächen und die sofortige Beseitigung etwaiger Defekte erforderlich.
- Sichtbare Anzeichen für eine vollständige Verbrennung sind eine lange Flamme, die Entstehung feiner, weißer Asche und nicht oder kaum sichtbare Rauchgase. Eine unvollständige und somit unwirtschaftliche Verbrennung äußert sich in starken Teer- und Rußablagerungen, dunkler Asche und einer starken weißen oder dunklen Rauchentwicklung.
- Angenehmer »Nebeneffekt« für die Betreiber ist dabei, dass derartige Anlagen auch die höchsten Wirkungsgrade und die höchste Zuverlässigkeit aufweisen.

2.5. Wärmenetze

Wärmeleitungen sind gut geeignet, um Wärmeerzeuger und Wärmeverbraucher zu verbinden. Sie ermöglichen auch den Einsatz von Anlagen größerer Leistung, die spezifisch kostengünstiger erstellt und betrieben werden können. Ein Wärmenetz ist zudem flexibler gegenüber neuen Entwicklungen als Einzelheizanlagen, da die Erzeugungstechnik ohne Eingriffe bei den Wärmekunden erneuert werden kann (z.B. Nachrüstung eines Heizwerks mit Kraft-Wärme-Kopplung). Die Kombination von Abnehmern mit unterschiedlichen Verbrauchsstrukturen führt zu einer verbesserten Auslastung der Erzeugungsanlagen (z.B. Wohngebäude und Schulen). Aus der Sicht der Nutzer spielt der höhere Komfort eine große Rolle, da sie mit dem Endprodukt Wärme beliefert werden und so der Unterhalt einer Heizungsanlage entfällt.

Hinsichtlich der verwendeten Technik ist ein Nahwärmeverbund kaum mit der klassischen Fernwärmeversorgung zu vergleichen. Es stehen moderne Leitungssysteme und Verlegetechniken zur Verfügung, die eine schnelle und preisgünstige Verlegung direkt im Erdreich erlauben. Hierzu zählen z. B. Kunststoffmantelrohre und flexible Leitungen, die ohne Bogenteile eine direkte Umgehung von Hindernissen ermöglichen. Die Verlegung von Wärmeleitungen im offenen Rohrgraben stellt den Standardfall dar, während das Spülbohrverfahren die Unterquerung von Straßen, Bahntrassen oder Gewässern ermöglicht.

Die Wirtschaftlichkeit eines Wärmeverbundes hängt wesentlich von der Größe und der Struktur eines Gebietes ab. Einerseits sind Wärmeleitungen teurer als Erdgasleitungen, andererseits ist die Erzeugung in einer zentralen Anlage günstiger als in einer großen Zahl dezentraler Kessel. Durch die mit Wärmeleitungen verbundenen Investitionen stoßen Nahwärmeverbunde jedoch an wirtschaftliche Grenzen.

Die Netzverluste werden nur dann geringgehalten, wenn der Anschluss von relativ kleinen Abnehmern über größere Entfernungen vermieden wird. Als untere Grenze der Netzauslastung kann der im Marktanzreizprogramm des Bundes gültige Minimalwert von 500 kWh/m^a gelten. Er ist bspw. erreicht, wenn eine Leistung von 300 kW bzw. eine Wärmemenge von 500.000 kWh/a über eine Entfernung von 1 km übertragen werden.



Die Netzverluste betragen in diesem Fall jedoch bereits 25 % der eingesetzten Wärme. Der Erschließung von Wärmekunden mit Wärmeleitungen sind somit relativ enge Grenzen gesetzt.

3. Hinweise für die Planung und Umsetzung

Damit Ihr Ofen oder Ihre Heizungsanlage entsprechend Ihren individuellen Anforderungen realisiert werden kann, sollten einige Aspekte berücksichtigt werden. Wenden Sie sich für die Planung an einen Schornsteinfeger und einen mit Holzheizungsanlagen erfahrenen Heizungs- oder Ofenbauer. Fragen Sie auch nach Referenzanlagen.

Der Schornsteinfeger muss vor der Errichtung einer Feuerstätte den Brandschutz und die Ableitbedingungen für die Abgase prüfen. Nach dem Einbau wird geprüft, ob alle Vorschriften inklusive der Emissionswerte eingehalten werden. Die Inbetriebnahme der Heizungsanlage ist nur nach Abnahme durch den zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister zulässig.

Angemessene Heizleistung

Ein Heizungsinstallateur oder Energieberater sollte eine Heizlastberechnung nach den anerkannten Regeln der Technik durchführen, damit die Nennleistung eines Holzkessels oder Holzofens an den Wärmebedarf des Gebäudes bzw. des Aufstellraumes angepasst werden kann. Der Wärmebedarf wird im Wesentlichen durch die Größe des Gebäudes oder Raumes und die energetische Qualität der Außenbauteile bestimmt.



Energieberatung

Bei Altbauten ist vor der Installation eines Heizungssystems auch eine Energiediagnose durch einen Energieberater zu empfehlen. Sie gibt Auskunft über sinnvolle Maßnahmen zur Verbesserung der Gebäudeenergieeffizienz. Mit Wärmedämmung kann z.B. der Wärmebedarf Ihres Hauses deutlich gesenkt und die erforderliche Kesselleistung reduziert werden. Dies spart Investitions- und Betriebskosten.

Dimensionierung von Zimmeröfen

Um eine Überhitzung zu vermeiden, sollen Zimmeröfen in ausreichend großen Räumen aufgestellt und nicht überdimensioniert werden. Sonst kann es leicht passieren, dass der Raum überhitzt, so dass Sie die Fenster öffnen und Sie buchstäblich Ihr Geld zum Fenster hinaus verheizen. Die Gefahr einer Überhitzung besteht vor allem für Kaminöfen, die mit Scheitholz befeuert werden. Bei Pelletöfen kann die Wärmeabgabe besser an den Wärmebedarf angepasst werden. Lassen Sie die notwendige Heizlast in kW ermitteln. Beachten Sie aber, dass gängige Kaminöfen meist im Leistungsbereich zwischen 6 und 10 kW liegen. Kachelöfen werden individuell ausgelegt.

Durch den Einbau eines Wasser-Wärmetauschers und die Einspeisung in einen Pufferspeicher ist die Unterstützung eines zentralen Heizungssystems möglich. Erkundigen Sie sich in diesem Fall, welche Wärmeanteile an den Raum bzw. an das Heizungssystem abgegeben werden. Bei Zimmeröfen sind die räumlichen Gegebenheiten zu beachten.

Auslegung des Schornsteins und Aufstellungsort von Zimmeröfen

Das Verbrennungsverhalten wird durch eine richtige Schornsteinauslegung beeinflusst. Lassen Sie vorhandene Schornsteine durch Ihren Fachbetrieb oder Schornsteinfeger auf die Eignung für eine Holzfeuerung untersuchen. Der Schornstein muss nach Größe und Ausführung zu dem geplanten Wärmeerzeuger passen. Die Höhe des Schornsteins, die Schornsteinführung und die thermische Leistung der Anlage müssen aufeinander abgestimmt sein. Achten Sie bei der Errichtung von Schornsteinen (unabhängig vom Brennstoff) auch auf die Einhaltung von Mindestabständen zu Fenstern und Türen bzw. Lüf-

tungsöffnungen der benachbarten Häuser und des eigenen Gebäudes. Bei Zimmeröfen müssen auch Brandschutzbestimmungen und Sicherheitsabstände innerhalb des Raumes beachtet werden.

Raumlufunabhängige Sauerstoffzufuhr

Während der Verbrennung wird der Luft Sauerstoff entzogen. Dieser verbindet sich mit dem Kohlenstoff aus dem Holz, dabei wird Kohlendioxid freigesetzt. Ein kg Holz benötigt für die Verbrennung durchschnittlich 12,5 m³ Luft. Wird die Verbrennungsluft aus der Raumluf entnommen, kann möglicherweise nicht ausreichend Frischluft nachströmen, so dass die Raumlufqualität beeinträchtigt wird. Deshalb wird ein raumlufunabhängiger Betrieb empfohlen, bei dem der Ofen über einen Luftkanal oder über Kammern im Schornstein Außenluft ansaugt. Achten Sie beim Neubau auf eine passende Schornsteinwahl.

Abstimmung mit Lüftungssystemen

Werden Holzheizungsanlagen im Luftverbund mit zentralen Wohnungslüftungsanlagen oder Dunstabzugshauben betrieben, so muss in den entsprechenden Räumen eine Rauchentwicklung durch Unterdruck vermieden werden. Lassen Sie durch Ihren Schornsteinfeger bzw. Heizungs-, Kachelofen- oder Küchenbauer überprüfen, ob eine Abschalteneinrichtung erforderlich bzw. ein raumlufunabhängiger Betrieb möglich ist. Die Geräte müssen für den raumlufunabhängigen Betrieb geprüft und zugelassen sein.

Hydraulischer Abgleich bei zentralen Heizungsanlagen

Um die Effizienz des Heizungssystems zu optimieren, sollte bei jeder Heizungsanlage ein hydraulischer Abgleich durchgeführt werden. Dabei wird der Warmwasserzufluss zu den einzelnen Heizkörpern im Heizungssystem so abgestimmt, dass alle gleichmäßig warm werden können. Er ist bei der Förderung durch das Marktanreizprogramm des Bundes vorgeschrieben.

Warmwasserbereitung

Im Vergleich zur winterlichen Raumheizung ist der Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung im Sommer gering und unregelmäßig. Im Sommer

kann daher bei Holz nur über einen Pufferspeicher oder ein großzügig ausgelegtes Warmwassersystem ein sinnvoller Betrieb zur Brauchwassererwärmung ermöglicht werden. Hier kommt es auf eine gute Einbindung von Pufferspeicher und Brauchwasserspeicher sowie eine gute Isolierung an, damit die Wärme über mehrere Tage gespeichert werden kann. Mit einer guten Regelung erreicht der Kessel auch im Sommer gute Wirkungsgrade und niedrige Emissionen bei kurzen Laufzeiten. Außerdem ist eine Kombination der Holzheizung mit einer thermischen Solaranlage empfehlenswert. So kann der Heizkessel sehr effizient betrieben und in den Sommermonaten sogar überwiegend außer Betrieb genommen werden.

Die Auswahl eines Fachbetriebes

Beim Einbau von Holz-Heizungsanlagen sind einige Besonderheiten gegenüber herkömmlichen Heizungssystemen zu beachten. Die Schulung an Holz-Heizungssystemen sowie die Erfahrung mit diesen Systemen inklusive der Kenntnis von Herstellerbesonderheiten zeichnen einen Holz-Fachbetrieb aus. Einige erfahrene Heizungsinstallateure tragen das Qualitätszeichen »Fachbetrieb für Pellets und Biomasse« und sind beim Deutschen Pelletinstitut (DEPI) gelistet. Diese Fachbetriebe sind im Einbau und in der Wartung von Pelletkesseln aber auch anderer moderner Holzkessel und Holzöfen geschult. Die Fachschulungen werden vom Deutschen Pelletinstitut und den Zentral- und Landesverbänden des Sanitär-Heizung-Klima-Handwerks unter Einbeziehung des Bundesverbands des Schornsteinfegerhandwerks organisiert. Nähere Informationen finden Sie unter www.pelletfachbetrieb.de



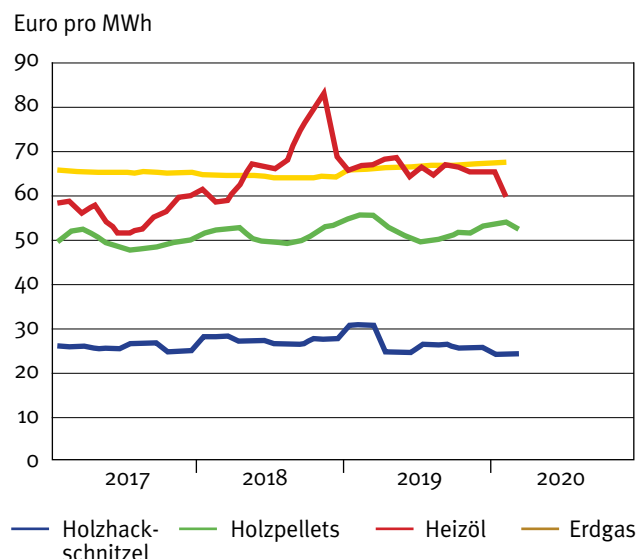
4. Wirtschaftlichkeit

Bei Heizungssystemen steht oft der Anschaffungspreis im Vordergrund. Für die Nutzer sind jedoch die Gesamtkosten von Bedeutung, also auch die Betriebs- und Brennstoffkosten.

Brennstoffkosten

Während die Preise für Heizöl und Erdgas ständigen Schwankungen unterliegen, sind die Kosten für den heimischen Energieträger Pellets vergleichsweise stabil und deutlich günstiger als die entsprechende Menge Heizöl.

Preisentwicklung bei Holzhackschnitzeln (WG 35), Holzpellets, Heizöl und Erdgas



Quellen: Pellet- und Hackschnitzelpreise: C.A.R.M.E.N. e. V.; Heizöl- und Erdgasindices: Statistisches Bundesamt, MwSt. inklusive

Die aktuelle Preisentwicklung auf dem Pelletmarkt können Sie am monatlich von 3N veröffentlichten Pelletpreisindex ablesen, veröffentlicht auf www.3-n.info.

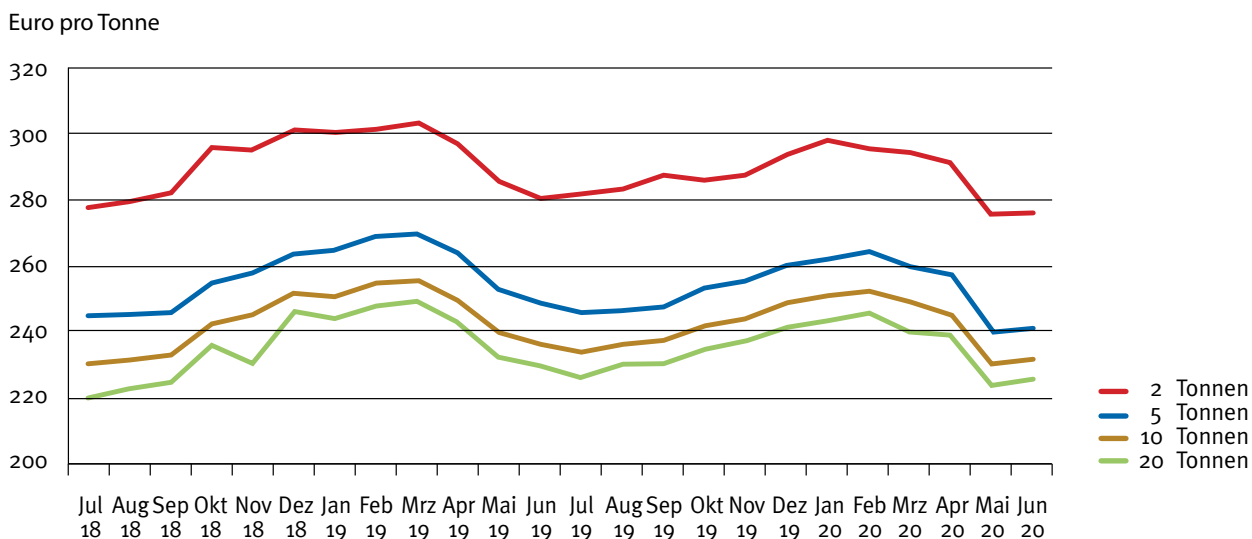
An der Ermittlung des Pelletpreisindex beteiligen sich derzeit rd. 30 Anbieter. Die Staffelung der Preise nach Liefermenge zeigt die geringeren Bezugspreise bei größeren Anlagen.

Jährliche Gesamtkosten

Ob sich die Investition in eine Holzheizung lohnt, hängt von den Jahresgesamtkosten ab. Nachfolgend werden diese beispielhaft für ein Ein- bis Zweifamilienhaus dargestellt. Für größere Gebäude ist eine individuelle Betrachtung erforderlich.

Die Tabelle (S. 19) zeigt den detaillierten Vergleich der jährlichen Gesamtkosten verschiedener Heizsysteme für ein Ein- bis Zweifamilienhaus, das in einem mittleren bis schlechten wärmetechnischen Zustand ist. Es hat eine Nutzfläche von 180 Quadratmetern, eine erneuerungsbedürftige Ölheizung und hat einen Wärmebedarf von 20 - 25 kW. Der Wärmeverbrauch für Raumheizung und Warmwasserbereitung beträgt 37.000 kWh/a. Das vorliegende Berechnungsbeispiel verwendet Durchschnittswerte, die im Einzelfall aufgrund der örtlichen Bedingungen deutlich unter- oder überschritten werden können. Die Kalkulation beinhaltet die Förderbedingungen zum Zeitpunkt der Veröffentlichung und die CO₂-Bepreisung von Erdgas und Heizöl für 2021.

Pellet-Preis-Index für unterschiedliche Liefermengen (Mittelwerte für niedersächsischen Raum inklusive Anlieferung und MwSt)



In der Berechnung ergibt die auf einer 20-jährigen Nutzungsdauer basierende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für den Scheitholzkessel deutlich geringere jährliche Gesamtkosten als bei einer Heizöl- oder Erdgasheizung. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Nutzung von Scheitholz mit Arbeitsaufwand bei der Brennstoffbereitstellung und Kesselbeschickung verbunden ist. Darüber hinaus zeigt der Kostenvergleich, dass Pellets trotz der höheren Anschaffungskosten für den Kessel eine wirtschaftliche Alternative zu dem fossilen Energieträger Heizöl sein können.

Bei Gebäuden mit höherem Wärmebedarf ergeben sich für Holzfeuerungen aufgrund der günstigeren Brennstoffpreise größere Kostenvorteile, so dass

sich die Mehrinvestitionen für eine Holzheizung noch schneller bezahlt machen. Dies ist auch der Grund dafür, dass kleine Hackschnitzelanlagen in älteren Gebäuden wirtschaftlich interessant sein können. In Neubauten werden Hackschnitzel erst bei wesentlich größeren Gebäuden eingesetzt, da der Wärmebedarf durch die moderne Wärmedämmung deutlich geringer ausfällt. Neu errichtete dauerhaft genutzte Gebäude unterliegen dem Erneuerbare Energien Wärmegesetz und müssen einen Mindestanteil ihres Wärmeverbrauchs aus erneuerbaren Energiequellen decken. Bei Holzheizanlagen beträgt dieser Anteil 50 %. Dabei werden ausschließlich Zentralheizungsanlagen anerkannt, nicht jedoch zeitweise betriebene Wärmeerzeuger wie Kaminöfen.

Brennstoff	Erdgas	Heizöl	Hackschnitzel		Scheitholz	Holzpellets
	25kW Brennwertkessel Gasanschluss	25 kW Niedertemperaturkessel	25 kW mit 1000 l-Behälter ¹⁾	25 kW mit Raumaustragg.	Stückholzkessel 25 kW mit 2500 l-Pufferspeicher	25 kW mit Raumaustragung
Anlageninvestition	8.600 €	8.000 €	18.000 €	23.000 €	12.000 €	21.000 €
Förderung	0 €	0 €	-8.100 €	-10.350 €	-5.400 €	-9.450 €
Anlagenkosten mit Förderung	8.600 €	8.000 €	9.900 €	21.650 €	6.600 €	11.550 €
Jahreskosten nach Annuitätenrechnung ²⁾ (Nutzung 20 J.; Zins 4 % [Erdgas, Heizöl]; 2 % [Holz])	630 €	590 €	610 €	770 €	400 €	710 €
Erforderliche Nutzenergie	37.000 kWh	37.000 kWh	37.000 kWh	37.000 kWh	37.000 kWh	37.000 kWh
Anlagennutzungsgrad	95%	91%	85%	85%	80%	85%
Erforderl. Brennstoffeinsatz	38.947 kWh	40.659 kWh	43.529 kWh	43.529 kWh	46.250 kWh	43.529 kWh
Energiegehalt des Brennstoffs ³⁾	10 kWh/m ³	10 kWh/Liter	800 kWh/Sm ³	800 kWh/Sm ³	1.800 kWh/Rm	5 kWh/kg
Brennstoffmenge pro Jahr	38.947 kWh	4.066 Liter	54 Sm ³	54 Sm ³	25,7 Rm	8.706 kg
Spezif. Brennstoffkosten ⁴⁾	5,0 Ct/kWh	0,6 €/Liter	30 €/Sm ³	30 €/Sm ³	70 €/Rm	240 €/t
CO ₂ -Bepreisung 2021	0,6 Ct/kWh	0,08 €/Liter				
Brennstoffkosten pro Jahr	2.190 €	2.760 €	1.630 €	1.630 €	1.800 €	2.090 €
Betriebskosten pro Jahr (Schornsteinfeger, Instandhaltung, Wartung, Strom) ⁵⁾	350 €	380 €	580 €	700 €	450 €	540 €
Jährliche Gesamtkosten	3.170 €	3.730 €	2.820 €	3.100 €	2.650 €	3.340 €
Kosten pro Kilowattstunde	8,6 Ct/kWh	10,1 Ct/kWh	7,6 Ct/kWh	8,4 Ct/kWh	7,2 Ct/kWh	9,0 Ct/kWh
Jährliche CO₂-Emissionen (nach GEMIS)	8,8 t	14,4 t	0,9 t	0,9 t	0,6 t	0,9 t

Preisangaben inkl. 19 % Mehrwertsteuer (bzw. 7 % für Holz);

1 Sm³ = 1 Schüttkubikmeter ~ 0,6 Rm ~ 600 - 1100 kWh (je nach Holzart und Wassergehalt)

1) Nachfüllintervall bei Volllast: Pappel-Hackschnitzel trocken ca. 3 Tage, Buchen-Hackschnitzel trocken ca. 5 Tage

2) 500 l, Nachfüllen vom Big Pack, Pelletainer o.ä.

3) Hackschnitzel: Kiefer, w = 30 %, Scheitholz: Buche w = 20 %

4) Erdgas inkl. Grundpreis; Hackschnitzel: gehackt und zugestellt; Scheitholz gespalten und zugestellt; Pellets Abnahme 4,5 t

5) Bei Heizöl incl. Versicherung für den Öltank

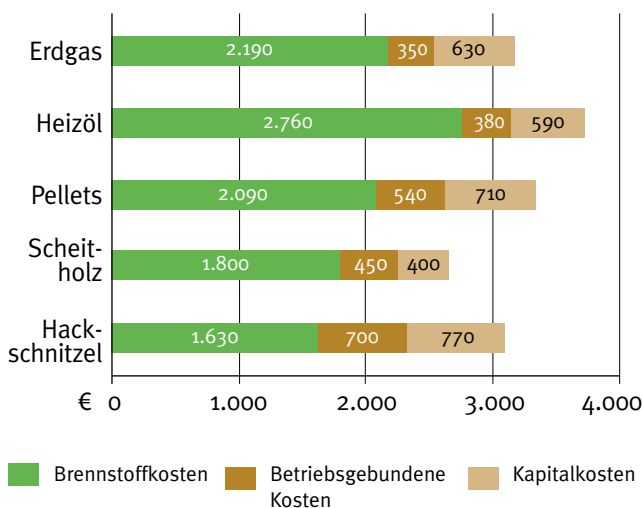
Berechnungsgrundlage:

Die Preisangaben verstehen sich inkl. 19 % MwSt. (bzw. 7 % MwSt. für Holz)

- 1) Berücksichtigt sind die aktuellen Zuschüsse aus dem Marktanreizprogramm zur Förderung erneuerbarer Energien
- 2) Nutzungsdauer: 20 Jahre, kalkulierter Zinssatz: 6 % bei Heizöl und Erdgas bzw. 3,5 % bei Holz Brennstoffen)
- 3) Der Scheitholz-Energiegehalt von 1.800 Kilowattstunden pro Raummeter (Rm) bezieht sich auf Buchenholz mit einem Wassergehalt von 20 %.
- 4) Als spezifische Brennstoffkosten für angeliefertes, gespaltenes Scheitholz wurden 70 €/Rm angenommen. Der Preis für einen Raummeter kann je nach Holzart, Aufbereitung, Wassergehalt, Bezugsquelle und abgenommener Menge verhältnismäßig stark variieren. Die Kosten von 240 €/t Holzpellets beziehen sich auf die Lieferung von loser Ware per Tankwagen (Abnahmemenge: mindestens drei Tonnen).
- 5) Zu den jährlichen Betriebskosten gehören Aufwendungen für Schornsteinfeger, Instandhaltung, Wartung, Strom etc. und im Falle der Ölheizung außerdem Versicherungsbeiträge.

Wie sich die unterschiedlichen Brennstoffpreise auf die jährlichen Brennstoffkosten für verschiedene Heizsysteme auswirken, zeigt die nachfolgende Abbildung.

Jahresgesamtkostenvergleich für ältere Einfamilienhäuser



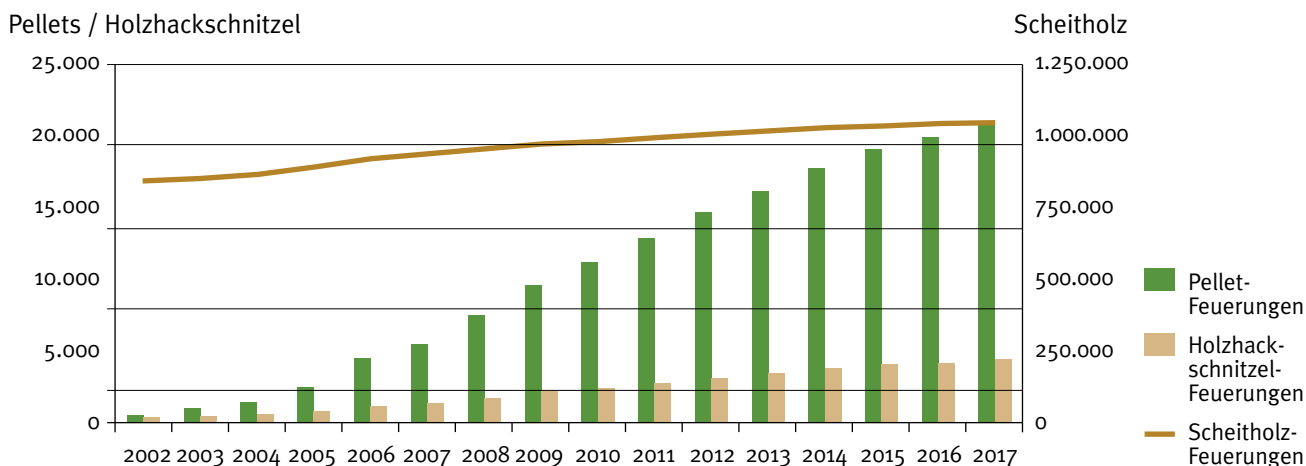
Primärenergiefaktor

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) begrenzt den Jahresprimärenergiebedarf von Gebäuden. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt neben dem unmittelbar messbaren Endenergiebedarf eines Energieträgers wie Strom, Erdgas oder Fernwärme auch die vorgelagerten Prozessketten, die zu seiner Förderung, Aufbereitung, Umwandlung und Verteilung aufgewendet werden müssen. Das Verhältnis von Primär- zu Endenergie wird Primärenergiefaktor genannt.

Die zulässige Jahresmenge des Primärenergieverbrauchs von Gebäuden wird über die EnEV begrenzt. Der Primärenergieverbrauch wird aus den gewählten Energieträgern und ihren jeweiligen Primärenergiefaktoren mit dem in der Planung berechneten Energiebedarf ermittelt. Die Norm listet die Energieträger mit ihrem Primärenergiefaktor f_P insgesamt sowie für den nicht-erneuerbaren Anteil auf. Beispielsweise hat Heizöl einen Primärenergiefaktor von 1,1, was bedeutet, dass rechnerisch ein Energieanteil von 10 % für die Förderung, Umwandlung und den Transport von der Gewinnung bis zum Heizkessel berücksichtigt wird. Holz hingegen wird mit einem Primärenergiefaktor von 1,2, davon 0,2 nicht-erneuerbar bewertet. Es wird ein Anteil von 20% bezogen auf den Energieinhalt des Brennstoffes Holz als fossiler Energieaufwand von der Ernte, über die Zerkleinerung bis zum Transport zur Feuerung angesetzt.

Der Primärenergiefaktor ist zusammen mit der der Berechnung des Wärmebedarfes zur Beheizung, Warmwasserbereitung und zur Deckung der Wärmeverluste über die Gebäudehülle zur Nachweisführung nach EnEV erforderlich. Ein niedriger Primärenergiefaktor erleichtert den Errichtern und Betreibern von Gebäuden, also z. B. Bauträgern und Wohnungsbaugesellschaften, die Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben. Durch einen niedrigeren Primärenergiefaktor verringern sich die Anforderungen an die Gebäudehülle, so dass bei Neubau und Sanierung Geld gespart werden kann und zudem die Inanspruchnahme von Fördermöglichkeiten z. B. der KfW erleichtert wird.

5. Aktueller Stand der Holzenergienutzung in Niedersachsen



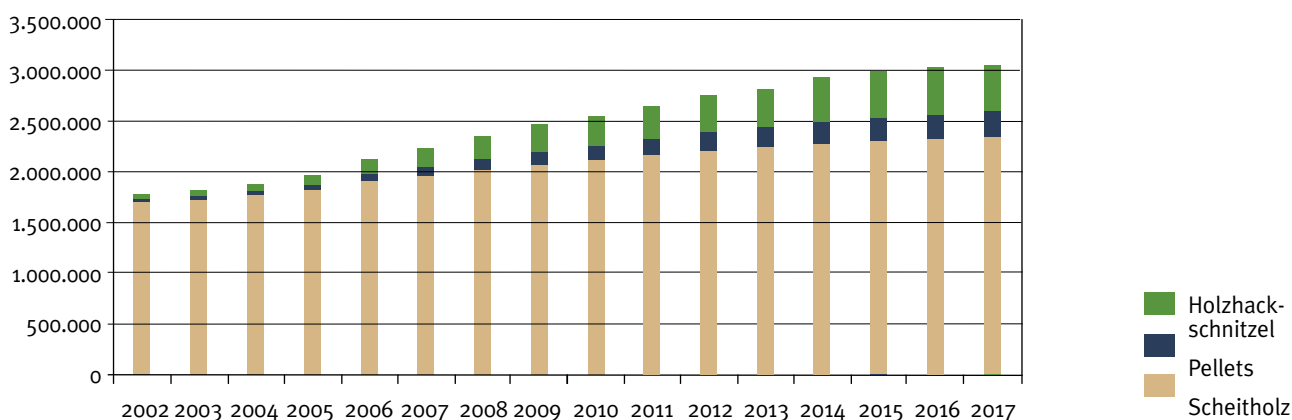
Die Entwicklung von Holzheizanlagen unterhalb einer Feuerungsleistung von 1.000 kW ist durch die Niedersächsische Feuerstättenzählung gut dokumentiert. Sie wird seit 2002 jährlich durch den Landesinnungsverband des Schornsteinfegerhandwerks und das 3N-Kompetenzzentrum durchgeführt. Obige Abbildung zeigt die Zunahme der Anlagenanzahl in den vergangenen Jahren.

Entwicklung der Anlagen

Mit 1.070.000 Anlagen bzw. 13.300 Kesseln je 100.000 Einwohnern dokumentiert die Zählung den hohen Stand der Holzenergienutzung. Die Zahl der scheitholzbeheizten Anlagen bewegt sich traditionell auf einem hohen Niveau und enthält sowohl Einzelöfen und Zentralheizungsanlagen vorwiegend im ländlichen Raum als auch Einzelöfen/Kaminöfen im Umfeld der Großstädte (1.045.000 Anlagen insgesamt). Die Zahl der Pelletfeuerungen steigerte sich 2017 auf eine Gesamtzahl von 20.800 Anlagen.

Hackschnitzelbeheizte Anlagen erreichen die Zahl von 4.300 Kesseln, etwa die Hälfte hiervon weist eine Leistung von weniger 50 kW auf und befindet sich in Landwirtschaft und Kleingewerbe. Die unten stehende Abbildung zeigt den Verlauf des Holzeinsatzes in den Anlagentypen. Da keine Angaben zum Heizverhalten vorliegen, kann es sich nur um eine rechnerische Annäherung handeln. Entsprechend der Anlagenanzahl liegt der Schwerpunkt des Holzverbrauchs im Scheitholz (ca. 2,3 Mio. Fm/a), gefolgt von Hackschnitzeln (ca. 1,2 Mio. Sm³/a) und Pellets (ca. 127.000 t/a). In der Summe bedeutet dies, dass ca. 3,0 Mio. Fm/a Holz zur Wärmeerzeugung genutzt werden. Dies entspricht 7,3 Mio. MWh/a bzw. 8,3 % des Erdgas-/Heizölverbrauchs im Niedertemperaturbereich. Angesichts der großen Anzahl von Holzheizanlagen wird deutlich, dass eine verstärkte Senkung des Wärmeverbrauchs durch baulichen Wärmeschutz erforderlich ist, damit Holz einen wesentlich höheren Anteil am Wärmemarkt erreichen kann.

Holzverbrauch (Fm/a)



6. Förderprogramme

Die Wirtschaftlichkeit von Holzfeuerungsanlagen wird durch Zuschüsse aus dem Marktanreizprogramm zur Förderung erneuerbarer Energien verbessert. Die aktuellen Förderkonditionen können beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) nachgefragt werden.

BAFA

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

Frankfurter Straße 29 - 35

65760 Eschborn

Telefon 0 61 96/ 908 - 625

Telefax 0 61 96/ 908 - 800

www.bafa.de

Außerdem gewährt die KfW Förderbank im Rahmen des CO₂- Gebäudesanierungsprogramms und der Programme »Wohnraum Modernisieren« sowie »Ökologisch Bauen« zinsgünstige Kredite (bzw. Zuschüsse in der entsprechenden Variante des CO₂- Gebäudesanierungsprogramms) für die Installation von Biomasseanlagen.

KfW

Kreditanstalt für Wiederaufbau

Palmengartenstraße 5 - 9

60325 Frankfurt

Infocenter:

Telefon 0 18 01/ 24 11 24

Telefax 069/ 74 31 64 355

www.kfw.de

Die hier genannten Förderprogramme für Holzheizungen sind in Fördermittelübersichten zusammengefasst, die unter www.3-n.info bereitstehen. In den Übersichten sind stichpunktartig die wichtigsten Konditionen sowie die jeweiligen Adressen und Kontaktdaten für weiterführende Informationen aufgeführt.

Klimacenter Werlte

Das Klimacenter ist ein Modellhaus mit Vorbildcharakter und bietet die Möglichkeit, sich in verschiedenen Ausstellungsbereichen über ökologische Energietechniken sowie neue Materialien zu informieren. Präsentiert werden die Bereiche Bioenergietechnik und regenerative Energietechnik, umweltfreundliche Bau- und Dämmstoffe sowie Maßnahmen zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz.

Die Aussteller präsentieren Heizungsanlagen (Heizen mit Holz) für verschiedene Anwendungen. Hierzu zählen Kaminöfen ebenso wie Kessel für Scheitholz, Pellets und Hackschnitzel. Es wird außerdem über Solarkollektoren und die Einsatzmöglichkeiten von Blockheizkraftwerken, Photovoltaik und Stromspeichervarianten informiert.

Das Klimacenter ist ein Referenzgebäude, um die Verwendung ökologischer Bau- und Dämmstoffe zu vermitteln.

Mehr als 50 Messfühler zeichnen Temperatur- und Feuchtigkeitsdaten der sechs Fassadensysteme auf. Im Rahmen einer bauphysikalischen Beprobung durch die Jadehochschule wurden die verbauten Dämmstoffe auf mikrobiellen Befall (Schimmelpilze) untersucht. Die Untersuchungsergebnisse sind abrufbar unter www.3-n.info.

Forschung und Unternehmen arbeiten zusammen, um neue Werkstoffe sowie klimaschonende Baukonzepte weiter zu entwickeln.

Neu im Klimacenter ist ein 3D-Druck Technikum, in dem neue Materialien für den 3D-Druck getestet werden.

Das Klimacenter bietet einen großen Vortragssaal (bis zu 100 Personen) und einen kleinen Vortragssaal (bis zu 24 Personen), beide mit Medientechnik ausgestattet, die für Firmenpräsentationen und Schulungen genutzt werden können.

Seit 2020 existiert der »Lernstandort Bioökonomie« für SchülerInnen der 9. und 10. Klassen aller Schulformen. Infos zum Lernstandort unter www.3-n.info/projekte/laufende-projekte/lernstandort-biooekonomie.html.

Weitere Infos zum Klimacenter unter www.3-n.info/Klimacenter



3N ist die zentrale Anlaufstelle für nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie in Niedersachsen mit Informationen und Beratung entlang der Wertschöpfungskette, vom Anbau über die Verarbeitung bis hin zur Vermarktung.

Kompetent – Unabhängig – Innovativ

3N bietet Ihnen:

Umsetzungsberatung

- Vermittlung von Kompetenzpartnern und Netzwerken
- Vor-Ort-Beratung
- Wirtschaftlichkeitsberechnungen

Projektierung

- Bioenergieanlagen
- Machbarkeitsstudien

Informationen

- Veranstaltungen
- Infoportal www.3-n.info

Innovationen

- Wissenstransfer und Kooperation
- Technologietransfer

Projekte

- Projektmanagement
- Akquisition, Koordinierung

Fördermittel

- Information über Fördermittel
- Stellungnahmen

Wir beraten Sie gern.



Impressum

Alle Rechte liegen beim 3N-Kompetenzzentrum
Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe e. V.

Nachdruck nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Herausgeber:

3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk
Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie e. V.

Kompaniestraße 1 | 49757 Werlte

Redaktion:

Dr. Marie-Luise Rottmann-Meyer, Michael Kralemann

Layout: Margit Camille-Reichardt

4. Auflage: 2020

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des
3N e. V.



Geschäftsstelle Werlte:

Kompaniestraße 1 | 49757 Werlte
Tel.: +49(0)5951 9893 - 10 | Fax: +49(0)5951 9893 - 11
E-Mail: info@3-n.info

Büro Göttingen:

Rudolf-Diesel-Straße 12 | 37075 Göttingen
Tel.: +49(0)551 30738 - 17 | Fax: +49(0)551 30738 - 21
E-Mail: goettingen@3-n.info

Büro Heidekreis:

Walsroder Straße 9 | 29683 Bad Fallingbostel
Tel.: +49(0)5162 8850 - 474 | Fax: +49(0)5162 9856 - 297
E-Mail: heidekreis@3-n.info

www.3-n.info