

Erdöl und Erdgas werden mittelfristig knapper und teurer. Landwirtschaftliche Haupt- und Nebenerwerbsbetriebe, deren Haushalte aber auch Gasthäuser und Privathaushalte auf dem Lande können mit einer Stückholz- oder Scheitholz-Zentralheizung den gesamten Wärmebedarf wirtschaftlich und versorgungssicher erzeugen.

Handbeschickte Stückholz-Zentralheizungen sind bis zu einer Nennleistung von ca. 200 kW erhältlich (für Meterscheite), üblich ist der Einsatz bis etwa 50 kW für Halbmeterscheite oder 33 cm lange Scheite. Für Nennleistungen ab 50 kW kann eine Hackschnitzelfeuerung mit automatischer Beschickung sinnvoll sein. Grobhackschnitzel (Scheibenhacker-G50 aus Waldrestholz, Abb. 5) und Holzbriketts eignen sich sowohl für mechanisch beschickte Hackschnitzelfeuerungen als auch für handbeschickte Stückholzfeuerungen.

Der Einsatz einer Scheitholzheizung erfordert einige Informationen und eine grundsätzliche Bereitschaft, sich mit der Beschaffung, Aufbereitung und Lagerung des Brennstoffes sowie mit dem richtigen Betreiben, Warten und Reinigen der Feuerungstechnik zu befassen.

Eine Stückholzfeuerung kann nahezu gleich effizient und emissionsarm wie eine automatisch beschickte Hackschnitzel- oder Pelletfeuerung betrieben werden, wenn

- ▶ Feuerung und Wärmeverteilung bedarfsgerecht ausgelegt und fachgerecht installiert sind,
- ▶ der Holzbrennstoff zur Feuerung passt hinsichtlich Stückigkeit (Länge, Dicke) und Feuchte (Holzfeuchte bezogen auf die absolut trockene Masse) *und*
- ▶ die Feuerung richtig beschickt *und*
- ▶ regelmäßig die Rauchzüge gereinigt werden *und*
- ▶ in Volllast gefahren wird *und*
- ▶ die erzeugte Wärme entweder direkt abgenommen wird oder über einen angemessen ausgelegten Wasserspeicher „gepuffert“ wird

Für die Auslegung der geeigneten Holzfeuerung und Wärmeverteilung bei unterschiedlichen Vorlauftemperaturen, Wärmemengen und Bedarfszeiten ist eine professionelle und unabhängige Planung sinnvoll. Fragen Sie örtliche Installateurbetriebe sowie Kesselhersteller nach Referenzanlagen.

Stückholzfeuerungen können nur durch kurze Nachlegeintervalle und mit geringer Brennstoffzufuhr im Teillastbetrieb (bis etwa 30 % der Nennleistung) betrieben werden. In der Übergangszeit und für die Warmwasseraufbereitung im Sommer ist eine kleinere Heizleistung erforderlich, deren Betriebsweise problematisch sein kann. Hier hilft ein ausreichend bemessener Pufferspeicher. Der Puffer ist zentrales Planungselement für

## KRÄMER, G., 2008: Scheitholzfeuerungen in der Landwirtschaft

---

- ▶ den Volllastbetrieb der Heizung,
- ▶ den Nachlegeintervall (bequeme Betriebsweise) und
- ▶ eine geregelte Wärmeverteilung,
- ▶ Einbindung weiterer Wärmequellen wie Solarthermie oder Öl-/ Gasfeuerungen

### Förderung

Nach den „Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt vom 5. Dezember 2007“ ([www.bafa.de](http://www.bafa.de)) können Betriebe innerhalb von 6 Monaten nach Herstellung der Betriebsbereitschaft einen Antrag stellen. U.a. werden handbeschickte Scheitholzvergaserkessel von 15 – 50 kW Nennleistung für den Einsatz von naturbelassenem Holz zur Wärmeherzeugung mit bis zu 1.125 Euro gefördert, wenn

- ▶ überwiegend (= mehr als 50 %) Waldrestholz eingesetzt wird,
- ▶ ein Pufferspeicher von mindestens 55 Litern je kW Nennleistung installiert ist
- ▶ Leistung und Feuerung (Temperaturfühler hinter der Verbrennungskammer oder Lambdasonde zur Messung des Sauerstoffgehaltes im Abgasrohr) geregelt sind,
- ▶ Emissionsgrenzwerte von 250 mg/m<sup>3</sup> CO bei Nennwärmeleistung und 50 mg/m<sup>3</sup> Staub eingehalten werden,
- ▶ der Kesselwirkungsgrad mindestens 89 % beträgt.

Jede Holzverbrennung ist eine Kombination aus Trocknung (Wasserverdampfung), die die Feuerraumtemperatur senkt, Holzgaserzeugung, Verbrennung des Kohlenstoffes (=Glut) und Verbrennung des Holzgases. Je nasser das Holz ist, desto mehr Wärmeenergie muss für die Wasserverdampfung aufgewendet werden. Je dicker das Scheitholz ist, desto länger dauert die emissionsträchtige Aufheizphase.

In Holzvergaserkesseln (Füllschachtkessel) wird zunächst Holzgas mit Primärluft erzeugt. Das Holzgas wird räumlich getrennt vom Glutbett und mit Sekundärluft verwirbelt und verbrannt (Abb. 7). Durch Rauchgasgebläse wird ein Unterdruck sowie eine gezielte Luftführung im Kessel erzeugt. Eine Lambdasonde ( $\lambda$  oder Lambda = Luftüberschusszahl) im Rauchgasrohr misst den Gehalt an Kohlenmonoxyd CO (Abb. 8). Der Luftüberschuss im Glutbett und in der Gaszone wird anhand des CO-Gehaltes im Abgas durch Steuerung der Primär- und Sekundärluftklappen geregelt. Bei hohem CO-Gehalt ist die Verbrennung unvollständig, weil entweder zuviel Brennstoff aufgelegt wurde oder zu wenig Primärluft zugeführt wird. Holzfeuerungskessel, die nicht dem o.g. Prinzip entsprechen oder Holzvergaserkessel an Naturzugschornsteinen sind von der Förderung ausgeschlossen, auch wenn sie niedrigste Emissionswerte selbst bei Fehlbedienung oder feuchtem Brennstoff nachweisen können.

## Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

**Tabelle 1: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Öl-, Gas- und Scheitholz-Zentralheizung**

		Heizöl	Erdgas	Zukauf Stückholz	Waldbesitz Stückholz
<b>Ausgangsdaten:</b>	<b>Einheit</b>	<b>Betrag</b>	<b>Betrag</b>	<b>Betrag</b>	<b>Betrag</b>
<b>Jahreswärmebedarf</b>	<b>kWh/a</b>	<b>72566,00</b>	<b>72566,00</b>	<b>72566,00</b>	<b>72566,00</b>
Nennwärmeleistung	kW	49,9	49,9	49,9	49,9
Jahresnutzungsgrad (Mittelwert)	%	87,00	90,00	83,00	83,00
Energieeinsatz pro Jahr	kWh/a	83409,20	80628,89	87428,92	87428,92
Heizwert (kWh pro m <sup>3</sup> Gas oder Liter Öl oder rm Buche lufttrocken)	kWh/Einheit	10,00	10,00	2204,35	2204,35
Jahresbrennstoffbedarf	Einheit/a	8340,92	8062,89	39,66	39,66
Brennstoffpreis	€/Einheit	0,70	0,80	80,00	38,32
spezifischer Brennstoffpreis	Cent/kWh	7,00	8,00	3,63	1,74
Strompreis	Cent/kWh	18,00	18,00	18,00	18,00
<b>Anlagenkosten</b>					
<b>Investition Kessel + Installation (Pufferspeicher, Säge, Spalter) ...</b>	<b>€</b>	<b>11000,00</b>	<b>10000,00</b>	<b>19500,00</b>	<b>22000,00</b>
Investitionsförderung (nur bei Einsatz von mehr als 50 % Waldrestholz möglich)	€	0,00	0,00	-1125,00	-1125,00
Abschreibung 15 Jahre	€/a	733,33	666,67	1225,00	1391,67
Verzinsung 6 % (bez. auf ½ Anschaffungsw.)	€/a	330,00	300,00	551,25	626,25
Instandhaltung (geschätzt)	€/a	100,00	100,00	100,00	100,00
Kapitalgebundene Kosten	€/a	1163,33	1066,67	1876,25	2117,92
<b>Jahresgesamtkosten</b>					
<b>1. Kapitalgebundene Kosten</b>	<b>€/a</b>	<b>1163,33</b>	<b>1066,67</b>	<b>1876,25</b>	<b>2117,92</b>
<b>2. Brennstoffkosten</b>	<b>€/a</b>	<b>5838,64</b>	<b>6450,31</b>	<b>3172,96</b>	<b>1520,00</b>
3. Grundpreis f. Gasanschluß 12 x __ €/Mon.	€/a	0,00	0,00	0,00	0,00
4. Elektr. Energie geschätzt __ kWh x 0,18 €/kWh	€/a	90,00	90,00	90,00	90,00
5. Schornsteinfeger ca. __ x jährlich __ €	€	40,00	40,00	120,00	120,00
5.A Emissionsmessung __ € jährlich	€	50,00	42,00	98,00	98,00
6. Jahreswartungsvertrag mit Heizungsfirma	€/a	200,00	200,00	200,00	200,00
7. Erschließungskosten für Gas	€	0,00	0,00	0,00	0,00
8. Betreiben	€/a	0,00	0,00	562,50	562,50
<b>9. Summe der Jahreskosten</b>	<b>€/a</b>	<b>7381,98</b>	<b>7888,98</b>	<b>6119,71</b>	<b>4708,42</b>
<b>10. Spezifische Wärmegestehungskosten</b>	<b>Cent/kWh</b>	<b>10,17</b>	<b>10,87</b>	<b>8,43</b>	<b>6,49</b>

Brennstoff-Nettopreise November 2008. Annahme: 49,9 kW Heizlast und ca. 72600 kWh/a Wärmeenergiebedarf. Es wird unterstellt, dass die Wärmeversorgung mit Zukauf von ofenfertigem Scheitholz erfolgt oder durch Aufbereitung von eigenem Waldrestholz zu 100 % möglich ist. Die Investitionskosten für Öl- / Gasheizungen umfassen lediglich Kessel und Installation. Die Investitionskosten für Stückholzkessel umfassen Kessel, Installation, 3500 – 5000 Liter Pufferspeicher sowie Motorsäge, Wippsäge und Spalter zur Brennholzaufbereitung. Für die Brennholzaufbereitung des Jahresbedarfes wurde der halbe Marktpreis je für Arbeits- und Holzkosten angesetzt.

1 rm Meterscheitholz (Eiche / Buche) wird mit einer Darrdichte von 650 kg/m<sup>3</sup> (fm) und einer Holzfeuchte von 20 % festgelegt. 650 kg/m<sup>3</sup> x 0,65 = 507 kg/rm ≈ 220 l/rm Heizöläquivalent oder etwa 2.200 kWh/rm [UTH, J, 2007: Marktübersicht Scheitholzvergaserkessel. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.) S.10]. Die Marktübersicht nebst nützlichen Erläuterungen kann als Datei herunter geladen werden unter [www.fnr.de](http://www.fnr.de).

## **KRÄMER, G., 2008: Scheitholzfeuerungen in der Landwirtschaft**

---

Eine überschlägige Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Öl, Gas und Scheitholz in Tabelle 1 zeigt, dass es sich insbesondere für Selbstwerber und Betriebe mit hohem Wärmebedarf lohnen kann, auf Scheitholz umzusteigen.

Der Vergleich ist als einfaches Rechenmodell mit bestimmten Voraussetzungen aufgebaut. Jeder Investor muss die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auf die betriebsindividuellen Gegebenheiten anpassen. Um die unterschiedlichen Investitions- und Brennstoffkosten auf ein Vergleichsmaß zu bringen, werden die Gesamtjahreskosten über eine technische Nutzungsdauer von 15 Jahren verteilt erfasst und auf die benötigte Wärmemenge bezogen (= spezifische Wärmekosten in €/kWh). Die Heizlast von 49,9 kW wurde ausgewählt, weil dann auf einen feuerbeständig ausgeführten Heizraum verzichtet werden kann. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zeigt ein jährliches Einsparpotenzial von mehreren Tausend Euro plus Versorgungssicherheit und Preisstabilität gegenüber Öl, Gas sowie Pellets.

### **Gesetzliche Regelungen**

Die 1. BImSchV (Kleinf Feuerungsverordnung) regelt, welche Brennstoffe in Feuerungen bis 1000 kW eingesetzt werden dürfen. Derzeit wird die 1. BImSchV novelliert, weil die EU eine Reduzierung von Feinstaub fordert und Holzfeuerungen als bedeutende Quelle von Feinstaub gesehen wird. Die 1. BImSchV kennt den Begriff Feinstaub aber nicht, sondern regelt derzeit lediglich, welche Abgaswerte für CO und Staub einzuhalten sind.

Für Holzfeuerungen < 50 kW Nennleistung ist ein feuerbeständiger Heizraum nicht erforderlich.

### **Ermittlung des Wärme- und Brennstoffbedarfes**

Zunächst muss der Wärmeenergiebedarf für Betriebsgebäude, betriebliche Prozesse, Wohnhaus und Warmwasseraufbereitung ermittelt werden. Hierbei sind unterschiedliche Vor- und Rücklaufemperaturen sowie Bedarfszeiten zu berücksichtigen.

Die Solarthermie kann in begünstigten Lagen mit sehr großem Pufferspeicher so ausgelegt werden, dass eine echte Unterstützung der Zentralheizung möglich ist. Solarthermie als Alternative zur Holzfeuerung für die Aufbereitung von Warmwasser sollte auf jeden Fall energetisch und wirtschaftlich geprüft werden. Immerhin kommt eine weitere technische Systemkomponente zur Zentralheizung hinzu, die über einen Pufferspeicher in das Wärmeverteilsystem eingebunden und gesteuert werden muss.

Eine handbeschickte Stückholzfeuerung kann die Grundheizlast bis zur Nennleistung abdecken. Zeitweilig benötigte Spitzenlast kann über vorhandene Öl- / Gaskessel abgedeckt werden. Die Warmwasseraufbereitung im Sommer kann alternativ auch mit Solarthermie oder über Durchlauferhitzer gedeckt werden. Die Solarthermie wird über den Pufferspeicher an das Zentralheizungssystem gekoppelt. Ebenso kann eine vorhandene Öl- / Gasheizung

über die Puffersteuerung angebunden werden. Sie startet dann, wenn eine bestimmte Puffertemperatur unterschritten wird.

### **Dimensionierung und Steuerung des Pufferspeichers**

Der Pufferspeicher dient dazu, dass eine Holzfeuerung emissionsarm in Volllast betrieben werden kann, indem diejenige Wärme, die nicht direkt vom Heizkreis abgenommen wird, in den Wasserspeicher abgegeben und bis zur Wärmeverteilung in das Heizungssystem gepuffert wird. Dies gilt insbesondere für unregelmäßige, aber auch z.B. mit Lambdasonde geregelte handbeschickte Stückholzfeuerungen. Ein Wärmepuffer kann aber auch für automatisch beschickte Späne-, Hackschnitzel- oder Pelletsfeuerungen mit Teillastregelung sinnvoll sein, um die emissionsträchtigen Zünd- und Anheizphasen zu reduzieren.

Bei unregelmäßig handbeschickten Stückholzfeuerungen kann durch Dimensionierung des Pufferspeichervolumens nach der angenommenen kältesten Außentemperatur, nach dem Brennstoff-Vorratsvolumen (= Füllschacht oder Feuerraum) und nach der gegebenen Wärmeabnahme ein Nachlegeintervall so ausgelegt werden, dass nur ein- bzw. zweimal am Tag nachgelegt werden muss und ein emissionsarmer Betrieb möglich ist. Je größer der Füllschacht oder Feuerungsraum, desto größer muss bei Volllastbetrieb der Pufferspeicher ausgelegt werden, um die erzeugte Wärme aufnehmen, speichern und verzögert abgeben zu können (puffern).

Pufferspeicher eignen sich besonders für Warmwasseraufbereitung sowie für Fußboden- / Wandheizungen. In Werkstätten und Ställen eignen sich Deckenstrahlungsheizungen besonders gut, um gewünschte Bereiche punktuell mit Strahlungswärme aufzuheizen und Lüftungswärmeverluste z.B. durch Absaugung zu verringern. Deckenstrahlungsheizungen erfordern weniger Wärmeenergie beim selben Wärmeempfinden als Luftheizer. Zudem vermindern sie Zugerscheinungen und das Aufwirbeln von Staub.

### **Brennstoffsortimente**

Die Wahl und die Auslegung der Holzfeuerung muss auf die zur Verfügung stehende Brennstoffqualität (Stückigkeit, Holzfeuchte, Feinanteil, Fremdstoffe) abgestimmt werden. Reicht der Holzbrennstoff aus eigenem Wald nicht zur Deckung des Jahreswärmebedarfes aus, ist es immer noch wirtschaftlich, Scheitholz, Schwarten, Spreißel, Grobhackschnitzel oder Briketts aus naturbelassenem Holz zu kaufen.

Der Heizwert je Kilo Brennholz ist über alle Holzarten nahezu gleich. Die Holzarten unterscheiden sich im Trocknungsverhalten (Abb. 2), im Heizwert je Volumen, in der Abbrandgeschwindigkeit und im Preis. Grundsätzlich können alle Holzarten in zentralen Holzvergaserkesseln problemlos verbrannt werden. Es empfiehlt sich, Nadelholz zum Anfeuern und schnellen Aufheizen einzusetzen. Werden verschiedene Holzarten eingesetzt,

## **KRÄMER, G., 2008: Scheitholzfeuerungen in der Landwirtschaft**

---

sollten sie stets gemischt verbrannt werden. Brennholz sollte lufttrocken sein; dies entspricht einer Holzfeuchte im Winter von 22 %, maximal 25 %.

Neben Scheitholz können in Füllschachtkesseln oder so genannten Vergaserkesseln auch beim Anfeuern in der oberen Lage Sägemehl, Spreißel und Hackschnitzel eingesetzt werden. Mit einem Scheibenhacker lassen sich Ast-, Kronen- und krummes Holz aller Holzarten relativ einfach zu (stückigen) Grobhackschnitzeln homogenisieren und innerhalb weniger Wochen natürlich trocknen. In so genannten Sturzbrennern sollte ausschließlich Scheitholz eingesetzt werden. Für Betriebe mit größerem Wärmebedarf und Vorrat an Sägemehl, Hobelspänen und stückigen Holzresten ist eine automatisch beschickte Feuerung empfehlenswert.

Meterscheite können nach dem Trocknungsprinzip in Abbildung 1 als Bündel oder besser noch als Kreuzstapel (Abb. 4) in 9 Monaten auf einen Wassergehalt ~ 18 % oder Holzfeuchte ~ 22 % (= lufttrocken) natürlich getrocknet werden.

Für landwirtschaftliche Betriebe mit eigenem Wald bietet die Scheitholzaufbereitung zudem eine zusätzliche Einkommensquelle. Landwirte mit überschüssigem Scheitholz können neben der Lufttrocknung im Sommer und während der Nachtabenkung im Winter auch technisch trocknen. Käferholz, Sägemehl, Spreißel und sonstiges Restholz, das bei der Brennholzaufbereitung anfällt, kann kostengünstig in der eigenen Heizung verbrannt werden. Die technische Trocknung von 16 Schütt-m<sup>3</sup> Buchenscheitholz auf eine Holzfeuchte  $u < 25$  % dauert 5-10 Tage (je nach Anfangs-Holzfeuchte) und erfordert eine durchschnittliche Heizlast von etwa 8 kW.

Die durchschnittliche Brennstofffeuchte kann mit jedem elektrischen Widerstandsmessgerät sowie der *IBT-Richtlinie zur Messung und Bestimmung der Brennholzfeuchte* (Abb. 3) ermittelt werden. Diese Richtlinie ist im Schornsteinfegerhandwerk, im *Bundesverband Brennholzhandel und ~produktion e.V.* und in der *RAL-Gütegemeinschaft Brennholz e.V.* durchgesetzt.

### **Autor**

Georg Krämer ist Tischler, Dipl.-Holzwirt und Umweltauditor. Er leitet den Fachbereich Technologietransfer an der Holzfachschule Bad Wildungen ([www.holzfachschule.de](http://www.holzfachschule.de)). In 2007 hat er das Institut für Brennholztechnik ([www.ibt-kraemer.de](http://www.ibt-kraemer.de)) gegründet. Er berät den Bundesverband Brennholzhandel und ~produktion e.V. sowie die RAL-Gütegemeinschaft Brennholz e.V. zu Trocknung, Feuchtebestimmung und Qualitätssicherung. In 2008 hat er den Prof.-Adalbert-Seifriz-Preis erhalten als vorbildliche und beispielhafte Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Handwerk für die Optimierung eines Scheitholz-Trommeltrockners.

### **Kontakt**

Institut für Brennholztechnik IBT-Krämer

Mittelweg 21

34537 Bad Wildungen

Mobil: 0170-9484088

[info@ibt-kraemer.de](mailto:info@ibt-kraemer.de)

[www.ibt-kraemer.de](http://www.ibt-kraemer.de)

### **Quellen**

HEISE, K. E., KRÄMER, G., 2007: IBT-Richtlinie zur Messung und Bestimmung der Brennholzfeuchte. Institut für Brennholztechnik IBT-Krämer (Hrsg.). DIN-A-6. 8 S.

KRÄMER, G., HEISE, K. E., 2008: Seminar Kostenfaktor Heizung. Holzfachschule Bad Wildungen, Fachbereich Technologietransfer.

KRÄMER, G., 2008: Seminar Trocknung, Feuchtebestimmung und Normung von Energieholz-Hackschnitzeln und Scheitholz. Holzfachschule Bad Wildungen, Fachbereich Technologietransfer und Institut für Brennholztechnik.

KRÄMER, G., HEISE, K. E., 2008: Energieholz-Fachtagung Qualitätssicherung als Wettbewerbsfaktor im Scheitholzmarkt. Holzfachschule Bad Wildungen, 27. Juni 2008. Institut für Brennholztechnik IBT-Krämer (Hrsg.). DIN-A-4. 88 S.

UTH, J., 2007: Marktübersicht Scheitholzvergaserkessel. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.). 144 S.

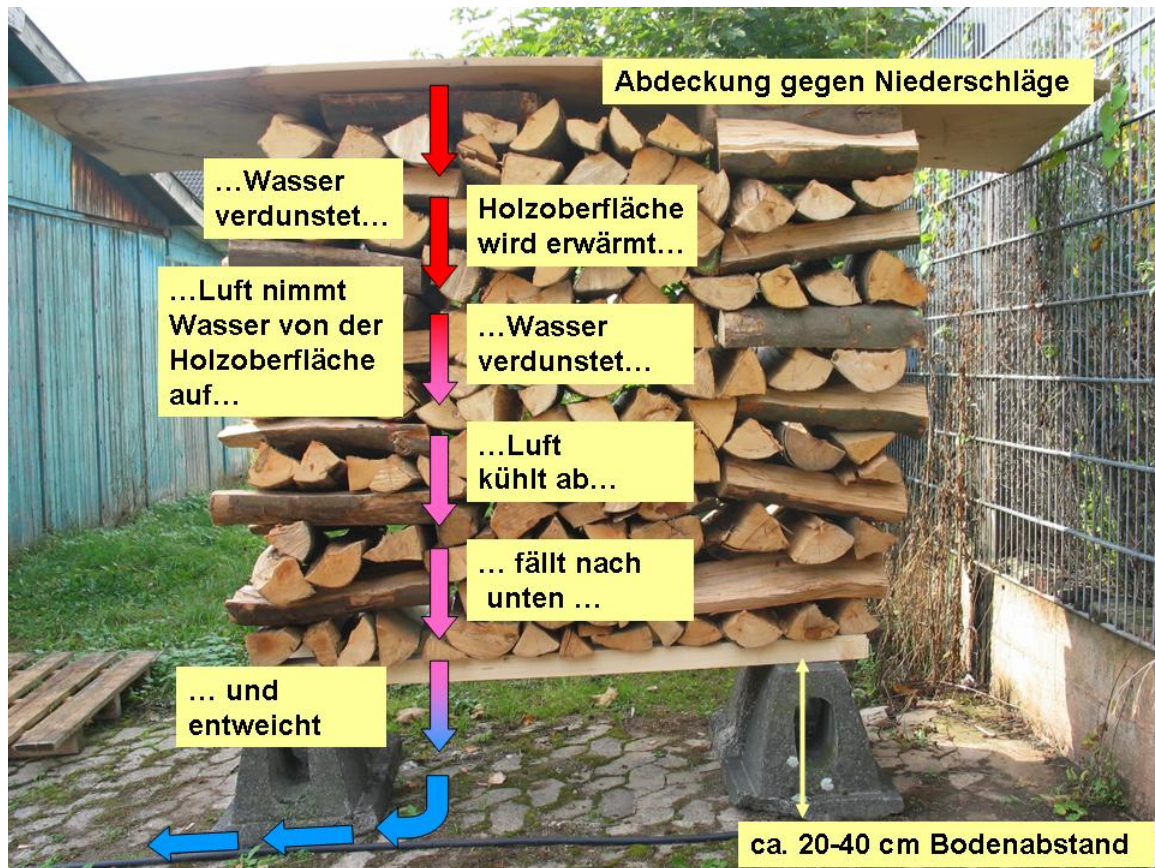


Abb. 1: Prinzip der natürlichen Brennholztrocknung in 4-9 Monaten.

Quelle: [www.ibt-kraemer.de](http://www.ibt-kraemer.de)

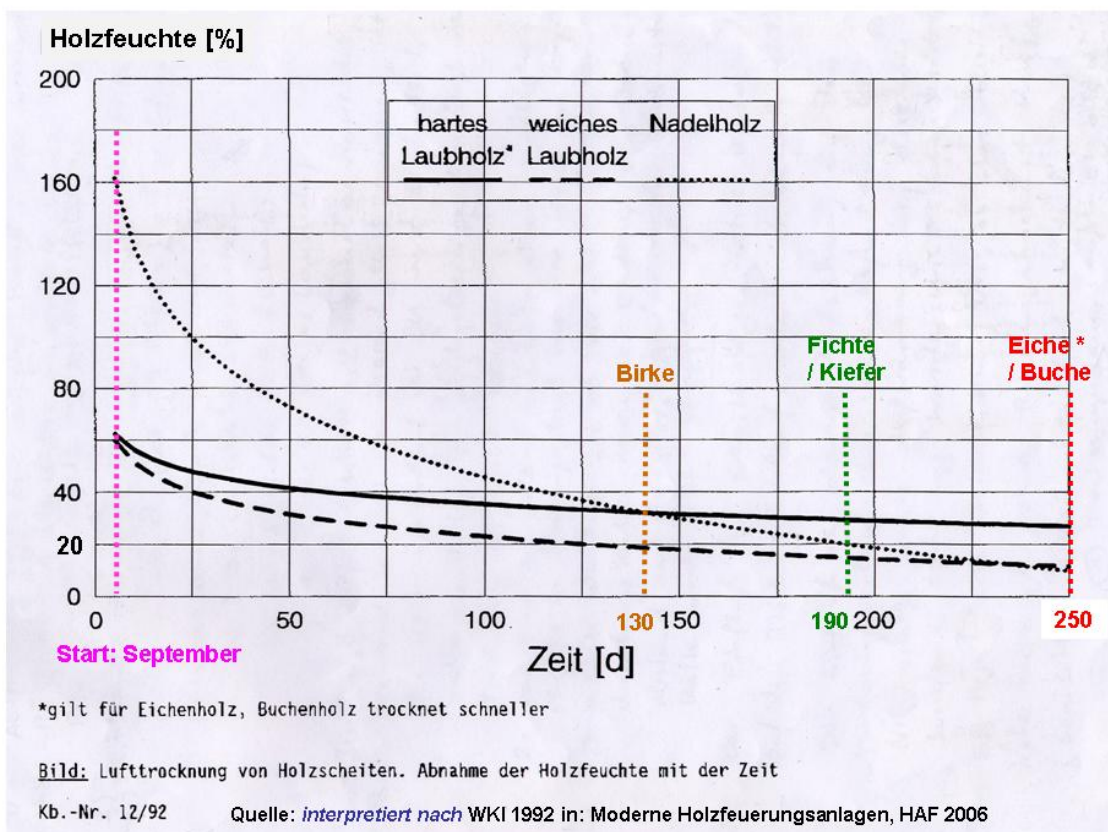


Abb. 2: Trocknungsverlauf verschiedener Holzarten.

Quelle: WKI 1992 / farbliche Hervorhebung: Institut für Brennholztechnik



Abb. 3: Methode zur Messung und Bestimmung der Brennholzfeuchte.  
Quelle: Institut für Brennholztechnik, [www.ibt-kraemer.de](http://www.ibt-kraemer.de)



Abb. 4: Meterscheitholz im Kreuzstapel mit Abstand und Abdeckung trocknet in 9 Monaten.  
Quelle: Institut für Brennholztechnik



Abb. 5: links Grobhackschnitzel / rechts Würfelholz für Füllschachtkessel geeignet  
Quelle: Institut für Brennholztechnik



Abb. 6: Kostengünstige Schwarten und Spreißel für Füllschachtkessel geeignet  
Quelle: Institut für Brennholztechnik

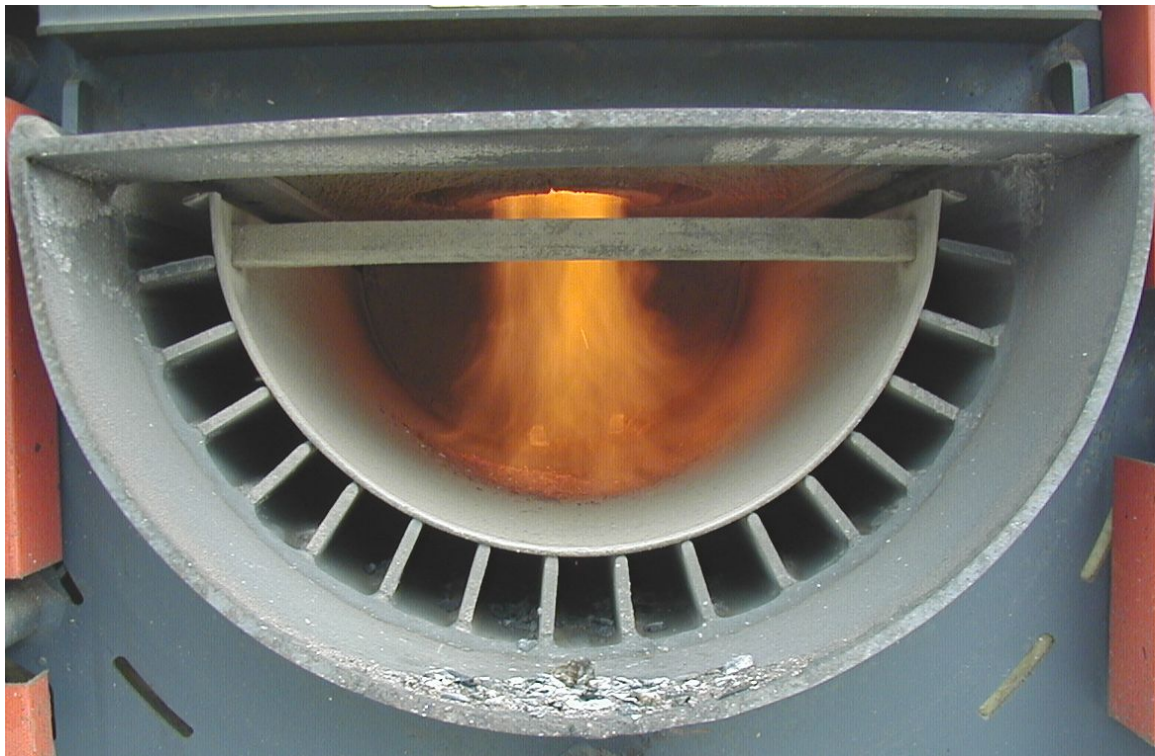


Abb. 7: Verbrennung von Holzgas mit Sekundärluft im Sturzbrandkessel  
Foto: Paul Künzel GmbH & Co.

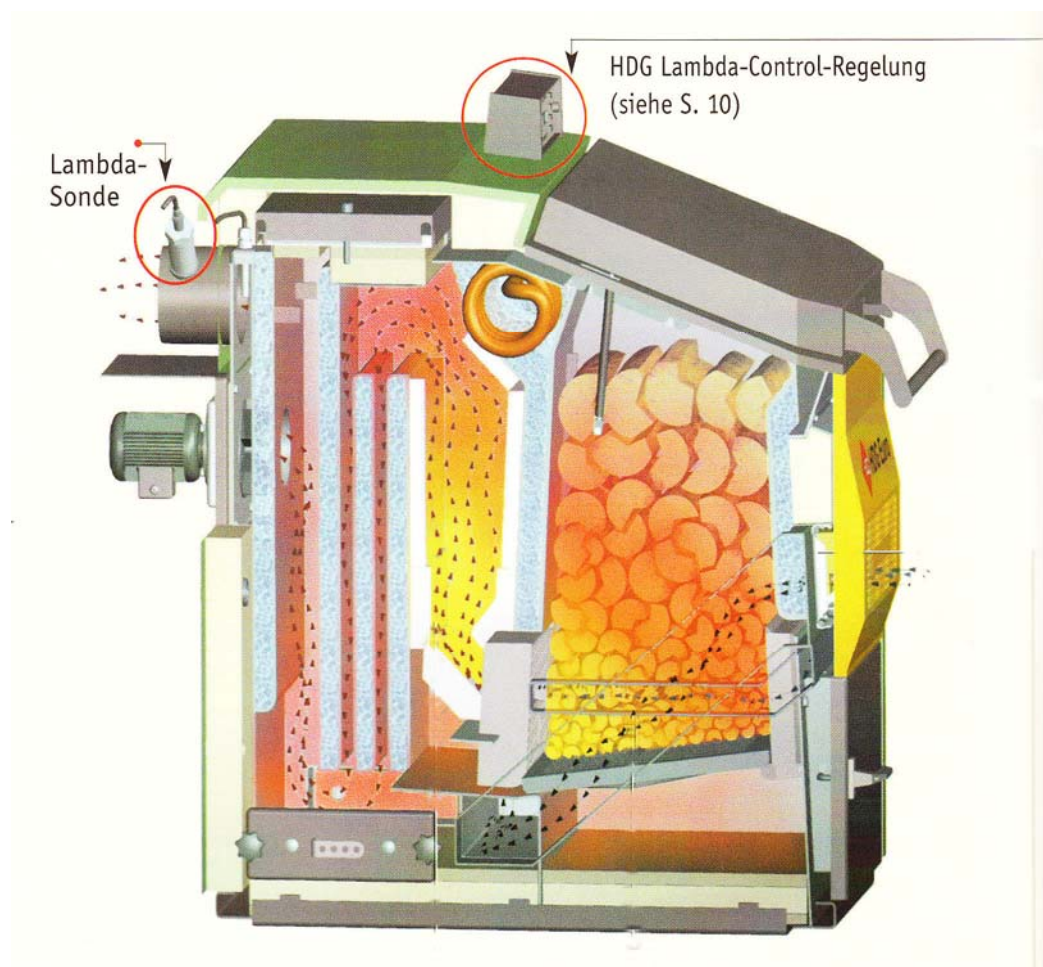


Abb. 8: Schema eines Füllschachtkessels mit Lamdasonde  
Foto: HDG Bavaria GmbH