



DER KAMINKEHRER

IHR SICHERHEITS-, UMWELT- UND ENERGIEEXPERTE

Wissenswertes zu Brennstoffen

Die hier aufgeführten Stichpunkte sind mit den Antworten verlinkt und auf den Folgeseiten erläutert.

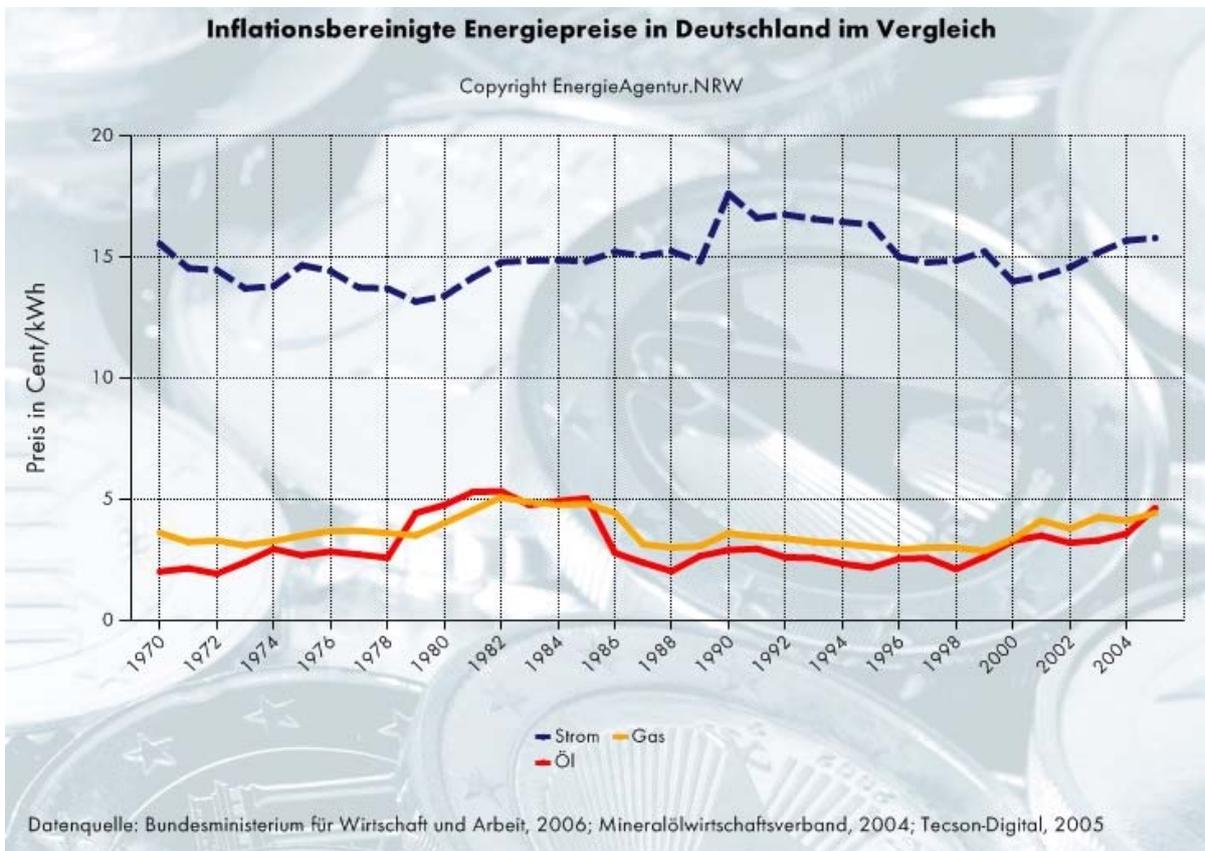
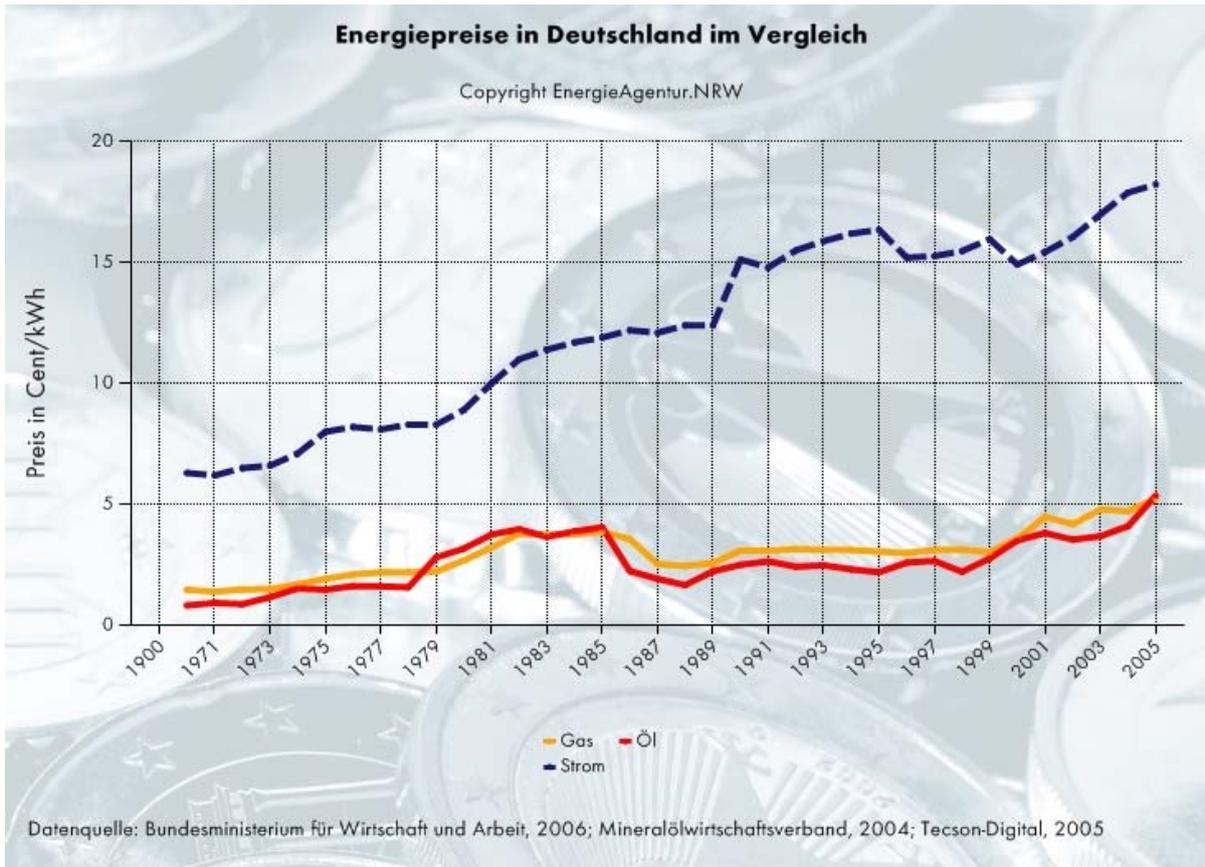
Inhalt:

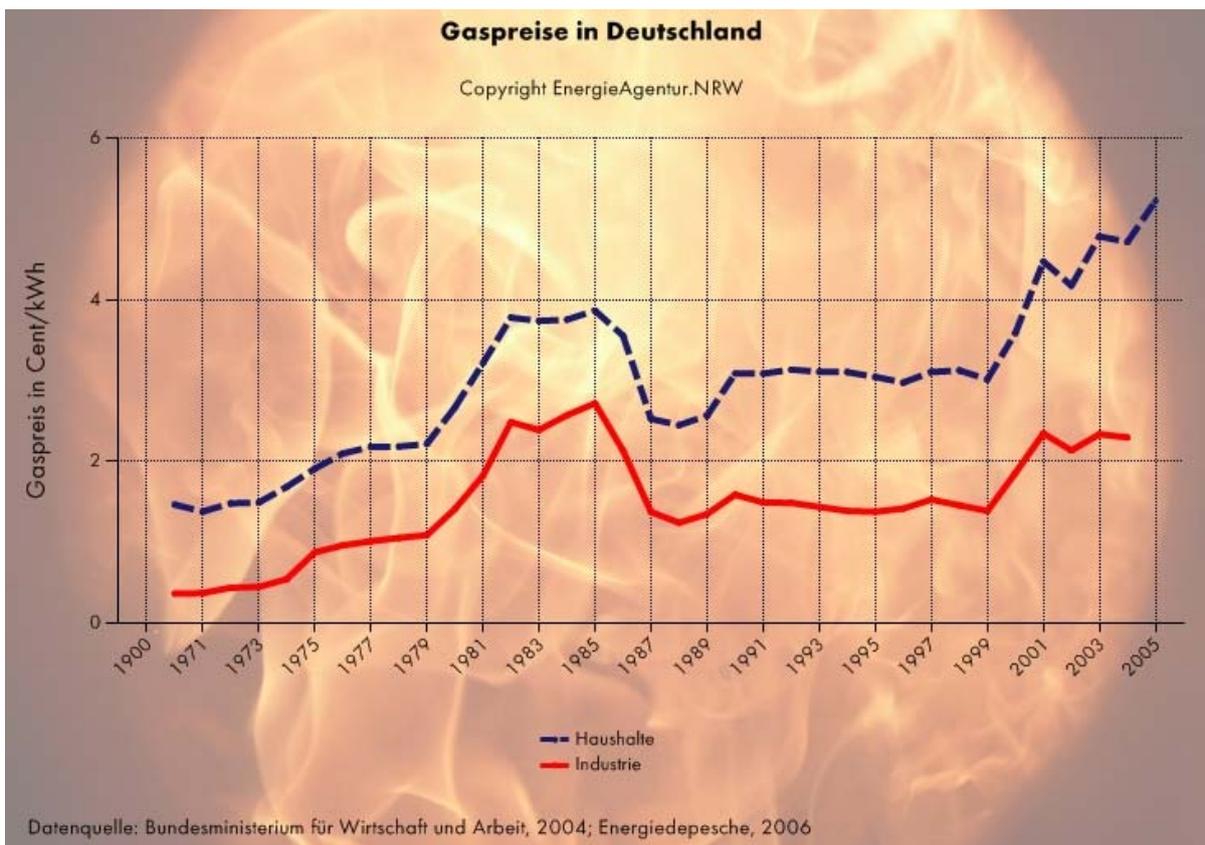
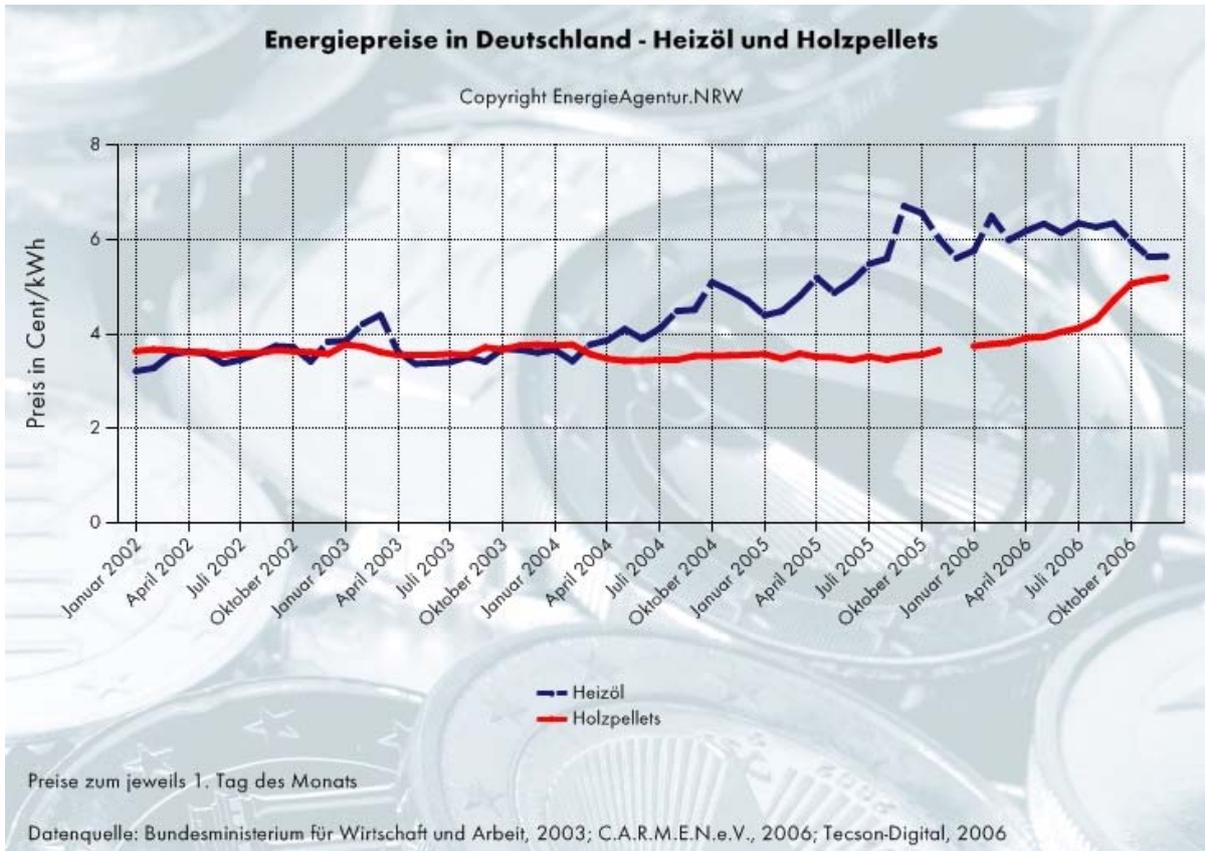
-  [Energiepreise in Deutschland im Vergleich](#)
-  [Holz als Brennstoff](#)
-  [CO2 –Bilanz von Holz](#)

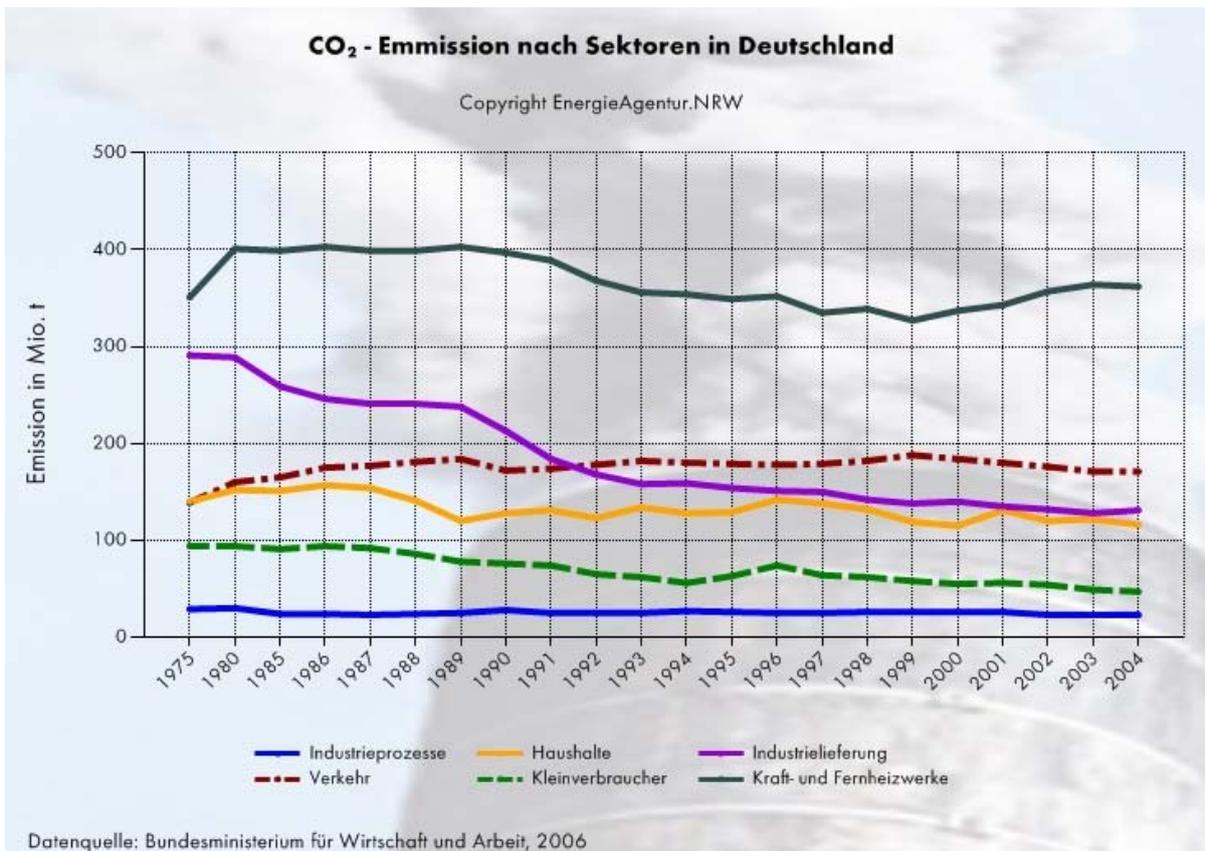
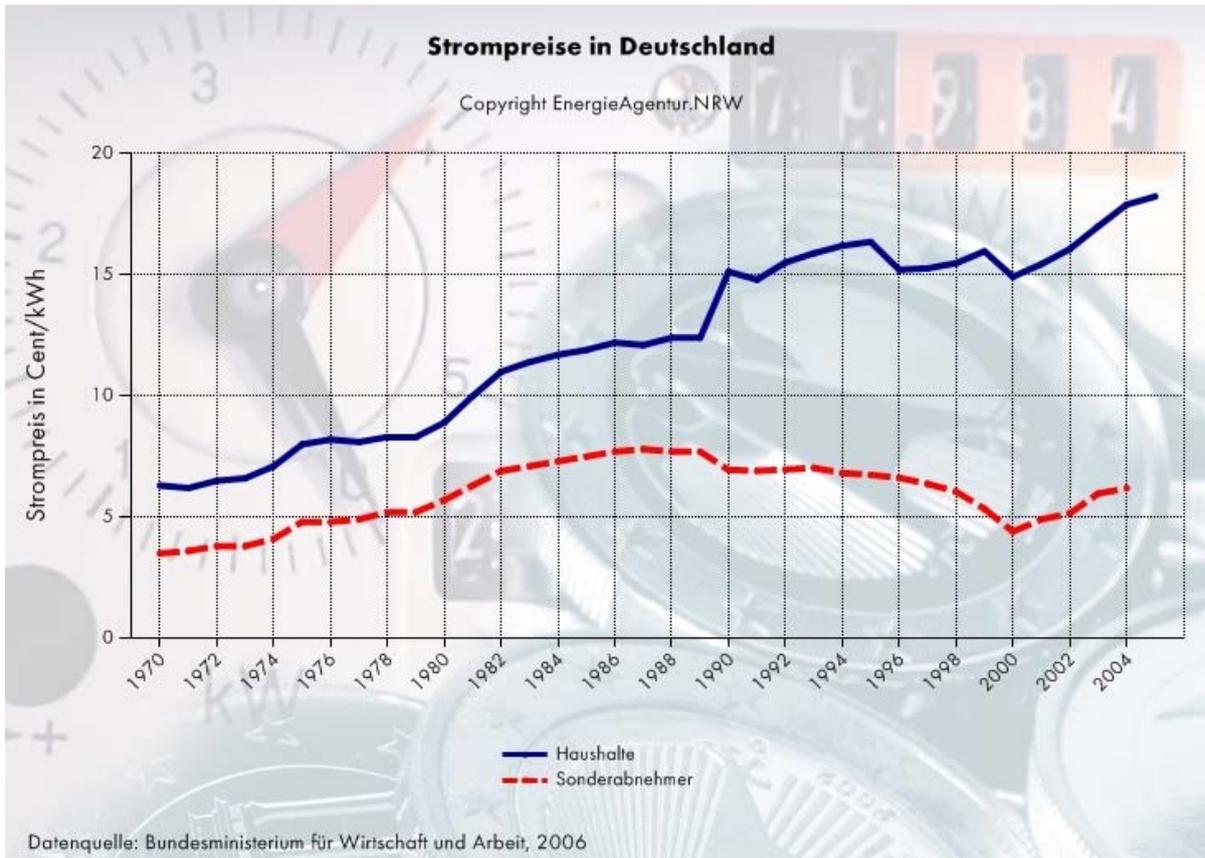
Heizen mit Holz

-  [Wahl des geeigneten Brennstoffes](#)
-  [Typische Verhältniszahlen im Vergleich](#)
-  [Scheitholzlagerung, -größe- und –trocknung](#)
-  [Holzfeuchtemessung](#)
-  [Äquivalente Mengenangaben](#)
-  [Heizwerte von Brennholz](#)
-  [Ablauf der Holzverbrennung](#)
-  [Abgasmengen von häuslichen Feuerstätten im Vergleich](#)
-  [Holzpellets](#)
-  [Pelletfeuerstätten Zentral/Dezentral](#)
-  [Pelletkesselbauarten im Vergleich](#)
-  [Brennstoffzufuhr bei einer Holzpellettheizung](#)
-  [Brennstofflagerung für Pellets](#)
-  [Platzbedarf für Pelletlagerung](#)
-  [Systemkomponenten für Pelletheizungen](#)

Energiepreise in Deutschland im Vergleich







Holz als Brennstoff

Herkunft

**Wald**

- Einschlag
- Restholz

**Unbelastetes Altholz**

- Bauholz etc.

**Produktionsabfälle**

- Sägewerke
- Möbelfabriken
- Tischlereien

Verwendung

**Stückholz**

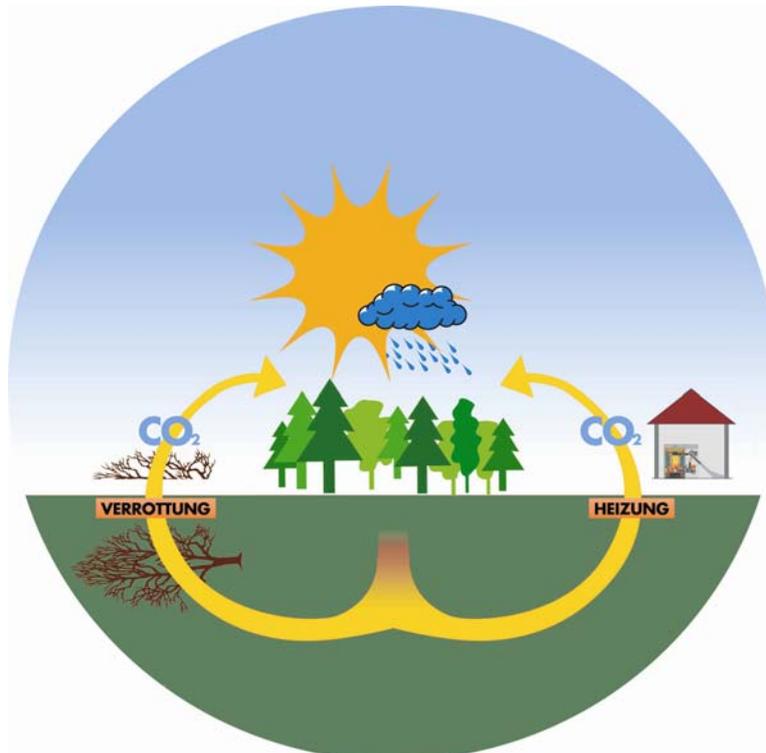
- Kamin
- Feststoffkessel

**Hackschnitzel**

- Heizwerke Kessel
ab ca. 50 kW

**Holzpellets**

- Pelletkessel (10–50 kW)
für Wohnungen,
Öffentliche Gebäude, Gewerbe

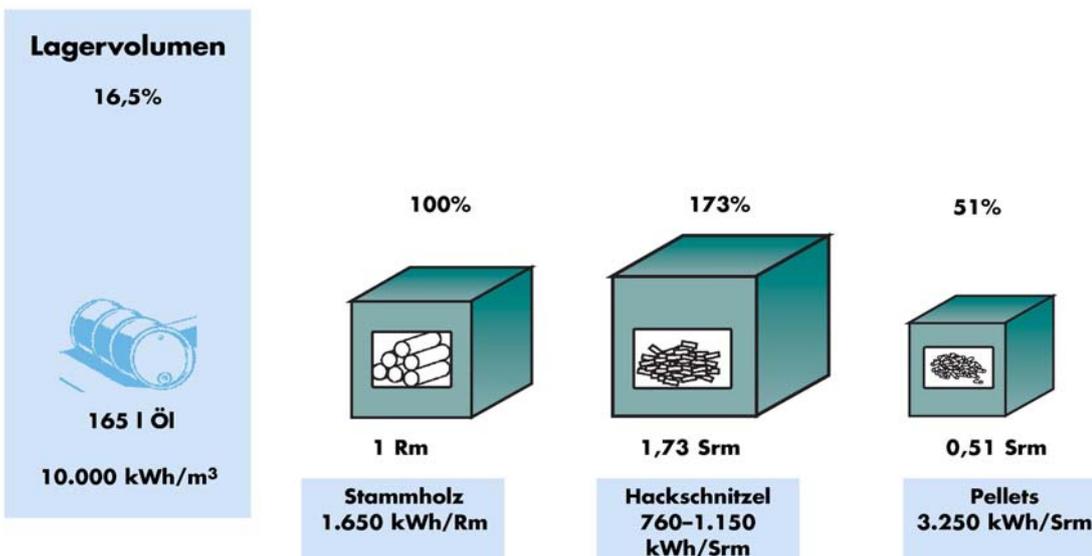
CO₂ – Bilanz von Holz

Heizen mit Holz

Wahl des geeigneten Brennstoffes

Brennstoff	Stückholz	Hackschnitzel	Pellets
Einsatzbereich	<ul style="list-style-type: none"> bis ca. 100kW 	<ul style="list-style-type: none"> getrocknet bis ca. 150 kW sägefrisch bzw. Wald-HS: 150 kW-1 MW (KWK) 	<ul style="list-style-type: none"> bis ca. 50 kW
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> preiswert (sofern lokal verfügbar) 	<ul style="list-style-type: none"> große Anlagen relativ gut regelbar relativ preiswert 	<ul style="list-style-type: none"> gut regelbar geringer Platzbedarf normierte Brennstoffeigenschaften geringer Wartungsaufwand
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> schlecht regelbar hoher Platzbedarf ungleichmäßige Brennstoffeigenschaften 	<ul style="list-style-type: none"> Fördereinrichtung aufwendig und teuer hoher Platzbedarf 	<ul style="list-style-type: none"> relativ teuer
Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> nur bei eigenem Wald ggf. Speicher erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> gleichmäßige Brennstoffqualität Logistik der Brennstoffversorgung > 3.000 Benutzungsstunden (=> Spitzenkessel) 	

Brennstofflagerung - Lagervolumina



Platzbedarf für Pelletlagerung

Lagerräumvolumen

- 3 m³ Holzpellets \triangleq 1.000l Heizöl
bzw. 10.000 kWh
- Notwendiger Lagerraum =
Pelletvolumen + ca. 30% Leerraum
- Ca. 0,9 m³ Raumbedarf bzw.
0,4 – 0,5 m² Flächenbedarf je
kW Wärmebedarf

Lage

- Max. 30 m Entfernung zwischen
Befüllstutzen und Zufahrt-Möglichkeit
für Pellet-Tankwagen
- Pelletlager direkt an Heizraum
angrenzend (Förderschnecke) bzw.
bis 20 m entfernt (Saugförderung)

Beispiele

Neubau

- EFH 150 m² nach EnEV
Wärmebedarf ca. 8 kW
Heizenergieverbrauch ca. 15.000 kWh/a
→ Holzpelletverbrauch ca. 4,5 m³/a
Lagerraum (inkl. Leerraum) ca. 7,2 m³
Flächenbedarf ca. 3,4 m²

Altbau

- EFH 120 m²
Heizenergieverbrauch ca. 25.000 kWh/a
→ Holzpelletverbrauch ca. 7,5 m³/a
Lagerraum (inkl. Leerraum) ca. 11 m³
Flächenbedarf ca. 5,5 m²

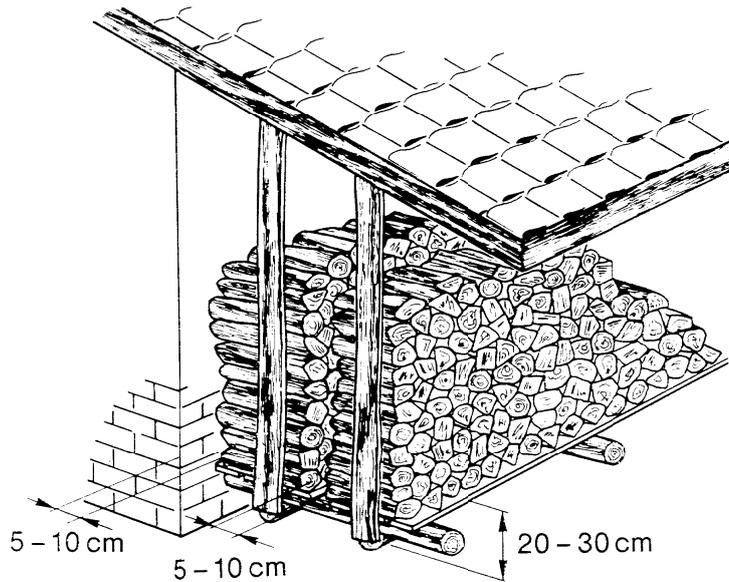
Typische Verhältniszahlen im Vergleich

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

Rundholz in Festmeter (fm)	Schichtholz in Ster oder Raummeter (rm)	Hackschnitzel in Schüttraummeter (Srm)
<p>1 fm</p>	<p>1,4 rm</p>	<p>2,5 Srm</p>
<p>0,7 fm</p>	<p>1 rm</p>	<p>1,8 Srm</p>
<p>0,4 fm</p>	<p>0,6 rm</p>	<p>1 Srm</p>

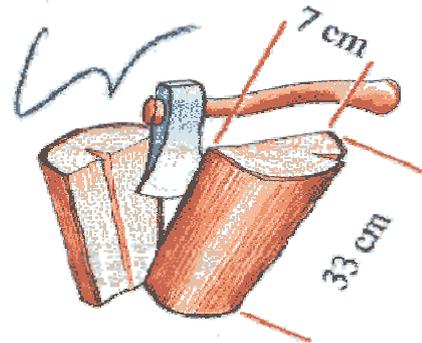
Die Angaben zu Raummeter und Schüttraummeter verstehen sich als Anhaltswerte. Raummeter gelten für aufgesetztes Holz. Der Umrechnungsfaktor auf Festmeter schwankt in Abhängigkeit von der Stückgröße und der Sorgfalt beim Aufsetzen. Schüttraummeter variieren je nach Größe, Homogenität und Verdichtung der Hackschnitzel.

Scheitholzlagerung, -größe und -trocknung



Vorteilhaft für schnelle Holz-trocknung:

- Grundsätzliche im Freien lagern
- Fällen der Bäume im Winter
- Rundholz mind. 1x spalten
- gut besonnt, belüftet und gegen Schlagregen geschützter Lagerplatz



Pappel, Fichte	1 Jahr
Linde, Erle, Birke	1,5 Jahre
Buche, Esche, Obstbäume	2 Jahre
Eiche	2,5 bis 3 Jahre

Holzfeuchtemessung

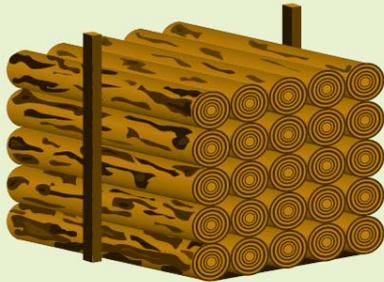


Grundsätzlich gilt:

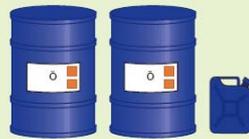
Je trockener das Brennholz, umso höher der Heizwert. Daher sollten Holzfeuchten <17% angestrebt werden!

Äquivalente Mengenangaben

Der Heizwert von 450 kg lufttrockenem Laubholz entspricht dem Heizwert von 210 l Heizöl bzw. dem Heizwert von 385 kg Braunkohlenbriketts und beträgt etwa 2100 kWh.



450 kg lufttrockenes Laubholz



210 l Heizöl



385 kg Braunkohlenbriketts

Heizwerte von Brennholz

Baumart	Heizwert je Raummeter in kWh	Heizwert je kg in kWh
Ahorn	1.900	4,1
Birke	1.900	4,3
Buche	2.100	4,0
Eiche	2.100	4,2
Erle	1.500	4,1
Esche	2.100	4,2
Fichte	1.500	4,5
Kiefer	1.700	4,4
Lärche	1.700	4,4
Pappel	1.200	4,1
Robinie	2.100	4,1
Tanne	1.400	4,5
Ulme	1.900	4,1
Weide	1.400	4,1

Je nach Baumart hat das Brennholz unterschiedliche Heizwerte (siehe Tabelle). Ein Raummeter luftgetrocknetes Laubholz mit 15 % Restfeuchte – das sind rund 450 Kilogramm Holz – enthält beispielsweise soviel Heizenergie wie 210 Liter Heizöl oder 385 Kilogramm Braunkohlebriketts!

Zum Vergleich :

1 Liter Heizöl (= 0,85 kg)	→	10,08 KW
1 kg Heizöl (= 1,18 Liter)	→	11,86 KW
1 m ³ Erdgas H	→	10,38 KW
1 m ³ Flüssiggas	→	27,59 KW
1 kg Anthrazit	→	9,31 KW
1 kg Gaskoks	→	8,06 KW
1 kg Brikett	→	5,58 KW
1 kg Holz	→	4,30 KW
1 kg Pellets	→	4,90 KW

Ablauf der Holzverbrennung

I. Zufuhr von Fremdwärme

Erwärmung auf **100 °C**: Wasser verdampft

Der Wärmezufuhr (Glut) am meisten ausgesetzten Teile erwärmen sich dabei schon auf 100 °C ... 140 °C: Cellulose erweicht

150 °C: Vergasungsbeginn (...800 °C)

Knackgeräusche = Gase (CH_4 , CH_3OH) sprengen Zellen auf und entweichen in Faserrichtung

200...250 °C: einige Holzteere entweichen. Gase und Teerdämpfe zünden bei Fremderwärmung auf 600 °C

II. Entwicklung von Eigenwärme

270 °C: Mindestverbrennungstemperatur der Festschubstanz. Die Verbrennung wird unabhängig von äußerer Wärmezufuhr.

270...330 °C: Essigsäure, Aceton, Phenole, Aldehyde und CO entweichen

450 °C: Wachse, Teere, Harze entweichen

600...800 °C: Zündung der flüchtigen Bestandteile durch Eigenwärme, Mindestverbrennungstemperatur bei Fehlen äußerer Zündquellen

800 °C: Verbrennungstemperatur der Holzkohle

1100 °C: Verbrennungstemperatur der Gase

Abgasmengen von häuslichen Feuerstätten im Vergleich

Bei der Verbrennung von **1 Liter** Heizöl (mit 1,3-fachem Luftüberschuss) ergeben sich **12,8 m³ Abgas** mit **2,4 kg CO₂** und **48 g SO₂** !

Bei der Verbrennung von **1 m³** Erdgas ergeben sich **14 m³ Abgas** mit ebenfalls ca. **2,4 kg CO₂**. Je nach Qualität enthält Erdgas kein oder nur sehr wenig Schwefel, deshalb wird hier der Schwefeldioxidanteil in den Abgasen vernachlässigt.

Bei einem Durchschnittsverbrauch (Ein- bis Zweifamilienhaushalt) von **2500 Liter Heizöl**, unter der Voraussetzung von normalen Verbrennungsverhältnissen (mit 1,3-fachem Luftüberschuss) entstehen rund **32.000 m³ Abgas**.

Mit dieser Abgasmenge von **32.000 m³** wird die Umwelt mit ca. **6 Tonnen Kohlendioxid (CO₂)** und **12 kg Schwefeldioxid (SO₂)** belastet !

Vergleichsweise bei einem Durchschnittsverbrauch von **2500 m³ Erdgas** entstehen **35.000 m³ Abgas** und damit wird die Umwelt **mit über 6 Tonnen Kohlendioxid (CO₂)** belastet !

Holzpellets



Steckbrief

Heizwert: > 4,9 kWh/kg
 Δ 3.250 kWh/m³
 Durchmesser: 6–8 mm
 Länge: 10–30 mm
 Restfeuchtigkeit < 12%
 Staubanteil < 1%
 Aschegehalt < 1,5%

- Holzpellets sind genormte, zylindrische Presslinge aus getrocknetem, naturbelassenem Restholz ohne chemische Bindemittel
- Bundesweit derzeit über 350 Anbieter, davon über 80 mit Anlieferung in NRW (mit steigender Tendenz)
- Lose Ware per Tankwagen
- „Big Bags“ (800–1.300 kg)
- Sackware (15–25 kg)

Pelletfeuerstätten Zentral/ Dezentral

Einzelofen

- Leistung bis ca. 11 kW
- Manuelle Bedienung
- Vorratsbehälter für 1–4 Tage
- Niedrige Abgaswerte, hoher Wirkungsgrad
- Manuell zu leerender Aschebehälter
- Sichtbare Flamme
- Heizung von Wohnräumen mit Wärmetauscher prinzipiell auch für Warmwasser (Sommerproblematik!) und Zentralheizungsanschluss
- Rückbrandsicherung



Foto: Wodtke

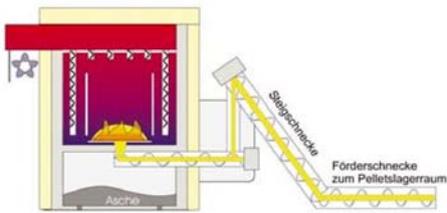
Zentralheizung

- Leistung ca. 4–50 kW
- Modulierender Betrieb
- Automatische Zündung
- Halbautomatischer Betrieb Vorratsbehälter oder voll-automatischer Betrieb mit Brennstoffzufuhr über Saug- oder Schneckenförderung
- Niedrige Abgaswerte, hoher Wirkungsgrad
- Manuell zu leerender Aschebehälter
- Beheizung und Warmwasserbereitung in 1 und 2-Familienhäusern
- Bei Kombikesseln Umschaltung auf Stückholzbetrieb möglich
- Rückbrandsicherung
- Ggf. Pufferspeicher einsetzen



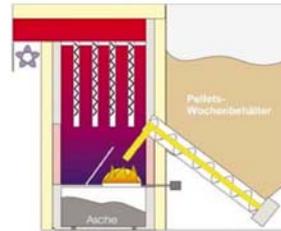
Foto: Paradigma

Pelletkesselbauarten im Vergleich



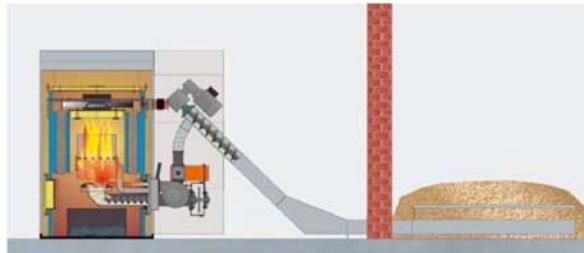
- **Moderner Dreizugkessel mit Sauggebläse**
- **Senkrechte Rauchgaszüge, Beruhigungszone der Flugasche**
- **Unterschubbrenner, Energiezufuhr in Verbrennungsrichtung**
- **Elektrische Heißluftzündung (ca. 750 °C)**
- **Moderner Retortenbrenner mit Primär- u. Sekundärluftzufuhr**
- **Kein Rüttel- oder Schieberrost erforderlich**
- **Pelletzufuhr mittels Raumaustragung**

Quelle: ParoDigma



- **Einzugsessel mit senkrechten und waagerechten Rauchgaszügen, mit Saugzuggebläse**
- **Keine Beruhigungszone der Flugasche**
- **Pelletzufuhr von oben auf das Brenngut**
- **Einfacher Brennerrost als Rüttel- oder Schieberrost**
- **Energiezufuhr über Wochenbehälter**

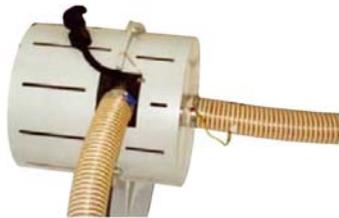
Brennstoffzufuhr bei einer Holzpellettheizung



Vollautomatischer Kessel mit Schneckenförderung

Gebälse:

- **Bis 20 m, flexibler Schlauch, regelmäßige Wartung, vorzugsweise mit Vorratsbehälter**



Förderschnecke:

- **Bis 6 m, biegsam oder starr, verschleißfreie, bewährte Technik geräuscharm**



Förderschnecke (ParoDigma)

Brennstofflagerung für Pellets

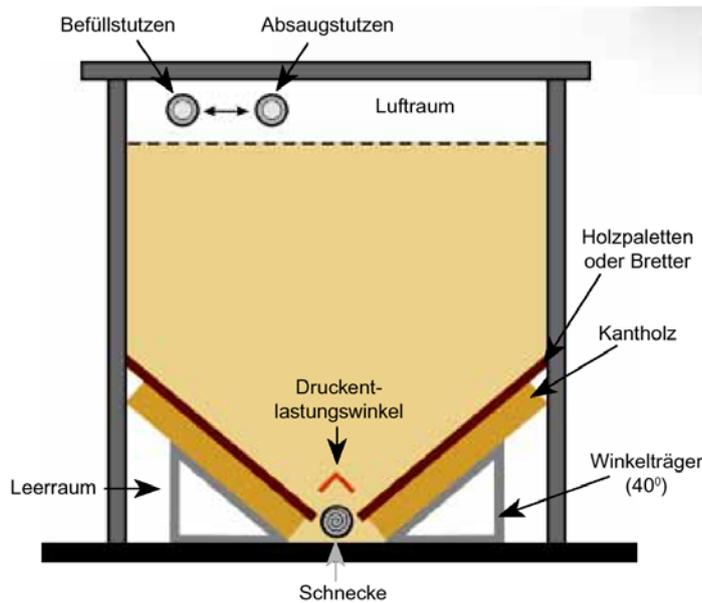
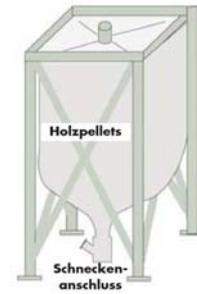
Pellet-Lagerraum

- **Trockener, staubdichter, rechteckiger Raum**
- **Schrägboden aus Holzplatten**
- **Einblas- und Absaugstutzen**
- **Gummi-Prallplatte gegenüber**
- **Keine Elektro-Installation**



Lagerung im Sacksilo

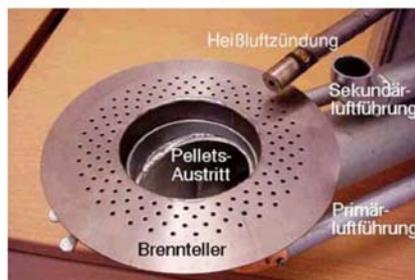
- **Sacksilo aus hochreißfestem, staubdichtem Gewebe im Tragrahmen bzw. Gestell**
- **Fassungsvermögen 3-7 t (entspricht 1.500-3.500 l Heizöl)**
- **Aufstellung im Heizraum zulässig**



Systemkomponenten von Pelletheizungen



Automatische Zündung



Pelletbrenner

