

Zentrum für nachwachsende Rohstoffe NRW



Eine Einrichtung der
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
im Landwirtschaftszentrum Haus Düsse

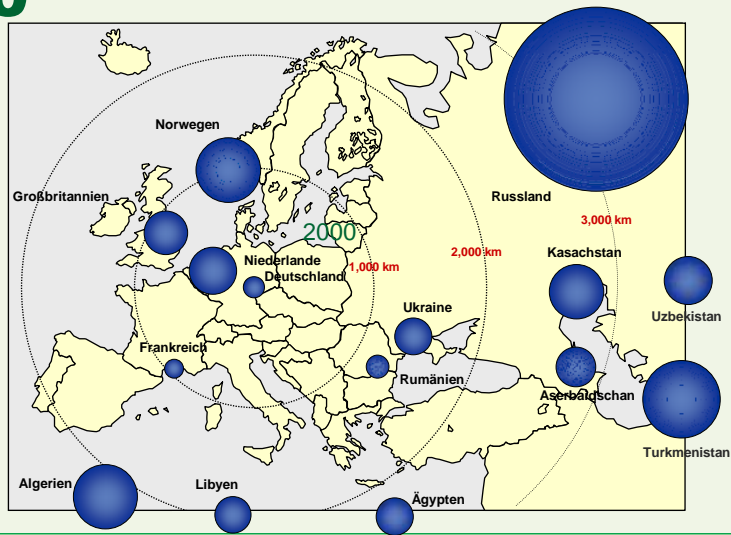
Umweltfreundliches Heizen mit Holz und die neue 1. BImSchV



Dr. Karsten Block
ZNR im Landwirtschaftszentrum Haus Düsse

Gasreserven und -ressourcen

2000

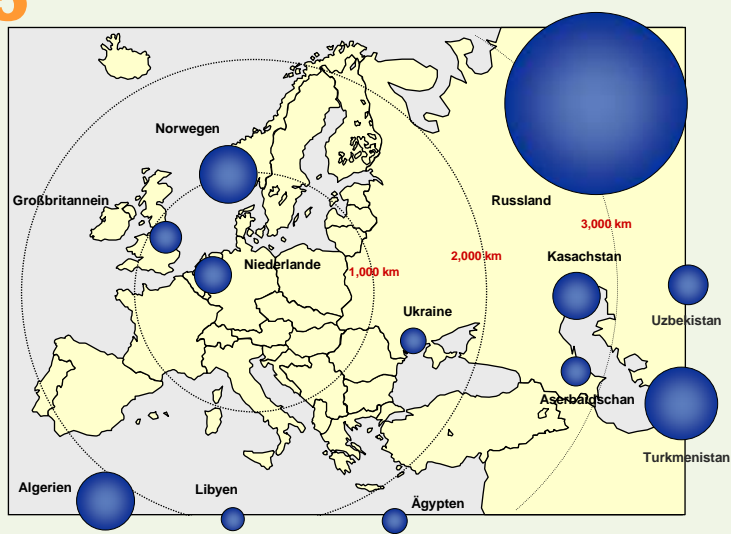


Vahrenholt 2006

3

Gasreserven und -ressourcen

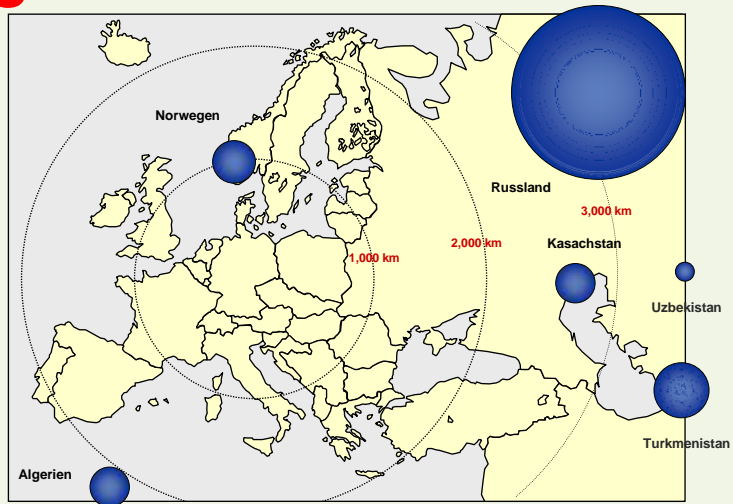
2015



4

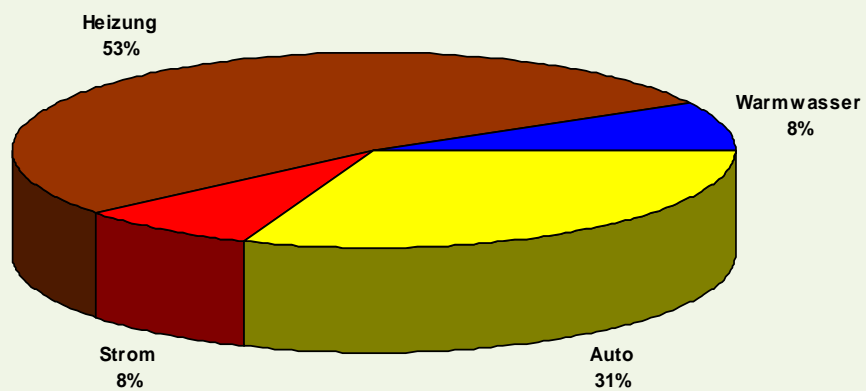
Gasreserven und -ressourcen

2030



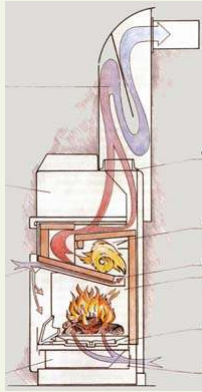
5

Energieverbrauch eines Einzelbürgers in Deutschland

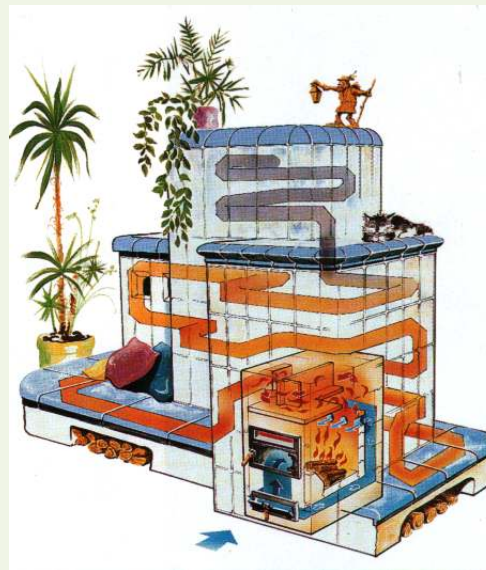
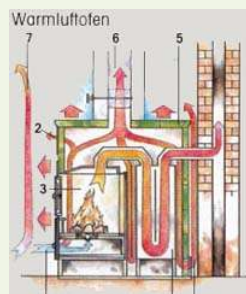


6

Kaminöfen



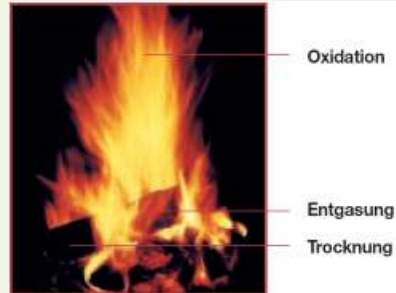
Kachelofen: Warmluftofen reagiert beim Anheizen schnell und kann Wärme speichern



1. Trocknung des Holzes

2. Entgasung (Pyrolyse):

Umwandlung von ca. 80 %
des Holzes in „Holzgas“

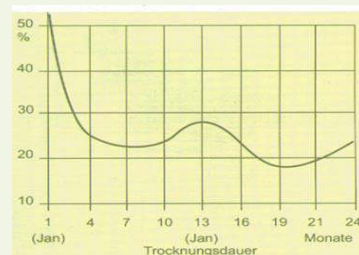


3. Verbrennung der Holzkohle:

Temperaturen > 500 °C erforderlich

1. Holz muss trocken sein:

Mindestens 2 Jahre an luftigem,
sonnigem Platz lagern oder
an Biogasanlage trocknen



2. Wassergehalt sollte < 20 % sein

3. Keine Lagerung in Gebäuden oder Kellern

4. Schornsteinfeger kontrolliert künftig das Holzlager

1. Passende Ofengröße für den Raum

2. Schnelles Anheizen:

kleines, trockenes Anheizholz



3. Richtige Luftzufuhr:

Anheizen mit viel Luft, um schnell Temperatur zu bekommen
dann führt **zu viel Luft** zur Auskühlung des Feuerraums
und **zu wenig Luft** zur unvollständigen Verbrennung (Stinken)

4. Achtung: Luftzufuhr des Kessels beachten

Abzughauben in luftdichten Häusern können Zugrichtung umkehren!!!!
Erstickungsgefahr durch CO und CO₂

11



Quelle: HDG Bavaria, Massing



Pufferspeicher mit
mind. 55 l/kW
besser: 100 l/kW

Scheitholzvergaser leistungs- und feuerungsgeregt



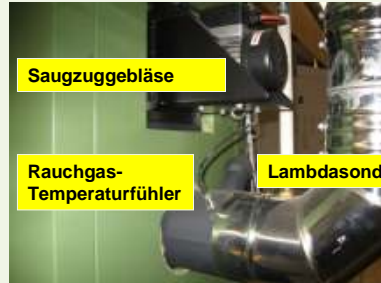
Schwarz 2007

12

Kesseltechnik



Stellmotoren:
Primär- und
Sekundärluft



Saugzuggebläse

Rauchgas-
Temperaturfühler

Lambdasonde



Nachbrennkammer
(Sekundärluft)



Kesselregelung

Steuerung und Regelung



Moderne Hackschnitzelfeuerung



Lagerung und Zuführung von Holzhackschnitzeln: Austragkreisel



Faustzahlen Energieinhalt Holz

Scheitholz	Hackschnitzel	Pellets	Erdöl	Erdgas
------------	---------------	---------	-------	--------



Bildquelle: LWF

2,5 kg (lufttrocken)		2 kg	0,86 kg	0,84 kg
5 Liter	12,5 Liter	3 Liter	1 Liter	1000 Liter

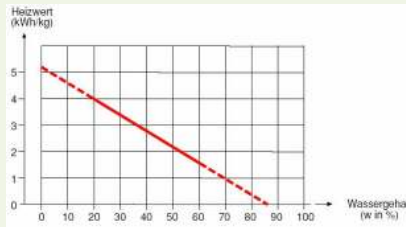
Die angegebenen Massen beinhalten einen Energiemenge von jeweils 10 kWh!

Heizwert und Wassergehalt

Wassergehalt in %	Heizwert in kWh/kg	
	Nadelholz	Laubholz
0	5,20	5,00
5	4,91	4,72
10	4,61	4,43
15	4,32	4,15
20	4,02	3,86
25	3,73	3,58
30	3,44	3,30
35	3,14	3,01
40	2,85	2,73
45	2,55	2,44
50	2,26	2,16
55	1,97	1,88
60	1,67	1,59



**Heizwert = Heizwert (atro)
- Verdampfungswärme (H₂O)**
Verdampfungswärme = 0,68 kWh/l



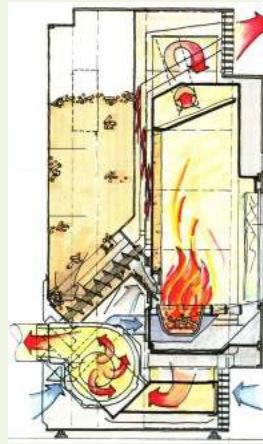
Berechnung Heizwert von Holz

Heizwert Holz:	5,20 kWh																		
Wasser verdampfen:	0,68 kWh																		
Wassergehalt:	30,0 %																		
Energiegehalt:	0,7 x	5,20	-	0,3 x	0,68	=	3,44 kWh												

Heizwerttabelle

Wassergehalt in %		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
Baumart/dichte		Heizwert in kWh													
Fichte	kg	5,20	4,91	4,61	4,32	4,02	3,73	3,44	3,14	2,85	2,55	2,26	1,97	1,67	
	379 kg TM/fm	fm	1971	1957	1942	1925	1906	1885	1860	1832	1799	1760	1713	1656	1584
	rm	1380	1370	1360	1348	1334	1319	1302	1282	1259	1232	1199	1159	1109	
	Srm	788	783	777	770	763	754	744	733	720	704	685	662	634	
Kiefer	kg	5,20	4,91	4,61	4,32	4,02	3,73	3,44	3,14	2,85	2,55	2,26	1,97	1,67	
	431 kg TM/fm	fm	2241	2226	2209	2189	2168	2144	2116	2083	2046	2001	1948	1883	1802
	rm	1569	1558	1546	1533	1518	1500	1481	1458	1432	1401	1364	1318	1261	
	Srm	896	890	883	876	867	857	846	833	818	801	779	753	721	
Buche	kg	5,00	4,72	4,43	4,15	3,86	3,58	3,30	3,01	2,73	2,44	2,16	1,88	1,59	
	558 kg TM/fm	fm	2790	2770	2748	2723	2695	2664	2627	2586	2537	2480	2411	2326	2221
	rm	1953	1939	1923	1906	1887	1864	1839	1810	1776	1736	1687	1628	1555	
	Srm	1116	1108	1099	1089	1078	1065	1051	1034	1015	992	964	930	888	
Eiche	kg	5,00	4,72	4,43	4,15	3,86	3,58	3,30	3,01	2,73	2,44	2,16	1,88	1,59	
	571 kg TM/fm	fm	2855	2835	2812	2786	2758	2726	2689	2646	2596	2537	2467	2380	2273
	rm	1999	1984	1968	1951	1931	1908	1882	1852	1817	1776	1727	1666	1591	
	Srm	1142	1134	1125	1115	1103	1090	1075	1058	1038	1015	987	952	909	
Pappel	kg	5,00	4,72	4,43	4,15	3,86	3,58	3,30	3,01	2,73	2,44	2,16	1,88	1,59	
	353 kg TM/fm	fm	1765	1752	1738	1723	1705	1685	1662	1636	1605	1569	1525	1472	1405
	rm	1236	1227	1217	1206	1193	1179	1163	1145	1123	1098	1067	1030	983	
	Srm	706	701	695	689	682	674	665	654	642	627	610	589	562	

Moderner Pelletofen für Wohnräume



Kosten ausgewählter Brennstoffe

Brennstoff	Kosten	% Feuchte	% WG	H _u kWh/kg	€/kWh	Vergleich
Heizöl	0,60 €/l	-	90	9,8 (l)	6,8	7,4
	0,70 €/l	-	90	9,8 (l)	7,9	=100 %
Waldholz, nur Aufbereitung	13,00 €/Sm=345 kg	25	85	3,7	1,2	16%
Hackschnitzel	16,00 €/Sm=345 kg	25	85	3,7	1,5	20%
getrocknete Hackschnitzel	21,00 €/Sm=180 kg	10	90	4,7	2,8	37%
Holzpellets	20,00 €/dt	8	90	5,0	4,4	60%
Rapssaat	28,00 €/dt	9	85	6,7	4,9	67%
Energieweizen	11,00 €/dt	14	85	4,5	2,9	39%
Abfallgetreide (Fusarium,...)	8,00 €/dt	14	85	4,5	2,1	28%
Stroh ab Feld	5,00 €/dt	16	85	4,5	1,3	18%
Stroh gelagert	7,00 €/dt	16	85	4,5	1,8	25%
Strohpellet	16,00 €/dt	10	85	4,5	4,2	57%

WG: Wirkungsgrad des Heizkessels; H_u: unterer Heizwert

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

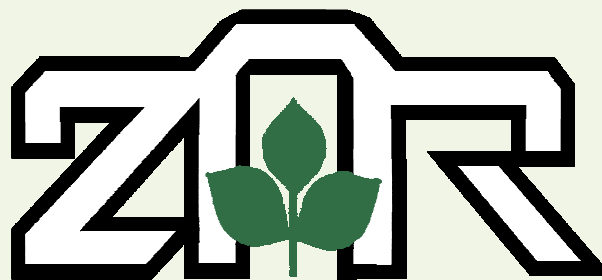


21

WWW.DUESSE.DE

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

**Zentrum für nachwachsende Rohstoffe NRW
im Landwirtschaftszentrum Haus Düsse**



**Zukunftsfähig
Nachhaltig
Regional**

22