

# Projektbericht



Kostenfunktionen für Komponenten der Heizung, Lüftung  
und Trinkwarmwasserbereitung im Wohnbauten

## **Investitionskostenfunktionen TGA**

### **Ergänzung I (2009)**

Der Bericht wurde erstellt von/  
Das Projekt wurde bearbeitet von:

Die Verantwortung für den Inhalt  
des Berichtes liegt bei den Verfassern.

Dr.-Ing. Kati Jagnow  
B. Eng. Alexander Heimlich  
Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff

# 1 Inhalt

1	Inhalt .....	2
2	Über das Projekt .....	3
3	Grundlagen.....	4
3.1	Allgemeines .....	4
3.2	Kenngößen .....	4
3.3	Funktionen .....	4
3.4	Übersicht vorhandener und fehlender Funktionen .....	5
4	Verteilnetze.....	6
4.1	Fernleitung .....	6
4.2	Rohrleitungen Heizung und Warmwasser .....	8
4.3	Rohrleitungen Gas.....	12
5	Speicher.....	13
5.1	Gasdirektbeheizte Trinkwarmwasserspeicher.....	13
5.2	Elektrisch direkt beheizte Trinkwarmwasserzentralspeicher .....	15
6	Fern- und Nahwärmeanschlüsse.....	17
6.1	Fernwärmestationen < 100 kW Leistung.....	17
6.2	Fernwärmestationen > 100 kW Leistung.....	19
6.3	Satellitenheizung .....	20
7	Zentrale Holzfeuerungen .....	24
7.1	Pufferspeicher.....	25
7.2	Hackgutkessel.....	25
7.3	Pelletkessel (Wärmeabgabe nur an Wasser) .....	26
7.4	Scheitholzessel.....	27
7.5	Pelletöfen (Wärmeabgabe direkt und an Wasser) .....	27
8	Einzelf Feuerungen .....	28
8.1	Einzelfeuerung Gas .....	28
8.2	Einzelfeuerung Öl .....	30
8.3	Einzelfeuerung Holz/Kohle.....	31
8.4	Einzelfeuerung Pellet.....	35
9	Anschlüsse und Tanks.....	37
9.1	Fernwärmeanschluss .....	37
9.2	Gasanschluss .....	38
9.3	Flüssiggastank.....	38
9.4	Öltankanlage .....	38
10	Sonstiges.....	41
10.1	Schornstein/ Abgasanlagen.....	41
10.2	Wanddurchbrüche .....	41
11	Quellen.....	44
12	Anhang.....	separat
C	Evaluierung MAP .....	separat

## 2 Über das Projekt

### **Aufgabe**

Die Projektaufgabe, die dem vorliegenden Bericht vorangestellt ist, war die Zusammenstellung von typischen Kostenkennwerten für Anlagentechnikkomponenten. Schwerpunkte der Datenerhebung sind der Wohnbau und die darin enthaltenen Technik.

Der vorliegende Bericht ist eine Ergänzung (Ergänzung I – 2009) zu früheren Arbeiten und umfasst dort fehlende Techniken. Die Kostenfunktionen sind Grundlage für erste Investitionskostenschätzungen für Neubauten und Bestandsgebäude speziell im Rahmen von Energieberatungen.

Die Theorie der Funktionsentwicklung kann dem Originalbericht von 2007 entnommen werden.

### **Bearbeiter**

Dr.-Ing. Kati Jagnow  
Ingenieurbüro für TGA und Energieberatung  
Albertstraße 3  
38124 Braunschweig

B. Eng Alexander Heimlich  
Am Kleifeld 14  
38446 Wolfsburg

Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff  
Professor für Heizungs- und Regelungstechnik  
Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel  
Salzdahlumer Straße 46/48  
38302 Wolfenbüttel

## 3 Grundlagen

### 3.1 Allgemeines

Ein Teil der weiteren Kostenfunktionen wurden im Rahmen der Bachelorarbeit von Alexander Heimlich an der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel im Jahr 2009 ermittelt. Datenbasis waren eigene Kostenerhebungen, Preislisten von Herstellern, Internetportale zur Kostenermittlung sowie die Auswertung von Literatur. Ist eine Literaturquelle vorhanden, wird darauf hingewiesen.

Die Bachelorarbeit wurde ergänzt um weitere Funktionen aus der Literatur bzw. aus dem Internet.

Für typische Anlagenkomponenten sind nur die eigentlichen Kostenfunktionen (z.B. € pro laufende Meter Rohr) angegeben. Es ist keine Näherungsfunktion für den Bezug zum Gebäude (z.B. Anzahl der Meter je Quadratmeter) hinterlegt. Dieser zweite Bezug muss vom Anwender selbst hergestellt werden bzw. ergibt sich in der Regel, z.B. bei der Anwendung im Rahmen einer Energieberatung.

### 3.2 Kenngrößen

Um die Gesamtkosten einer Anlage möglichst genau ermitteln zu können, werden Kostenfunktionen für die Einzelkomponenten in Abhängigkeit von den für die Komponenten charakteristischen technischen Kenngrößen entwickelt, siehe Zusammenstellung in Tabelle 1.

	Kenngröße	Einheit
Erzeuger		
Nahwärmestationen	Anschlussleistung	kW
Nahwärmesatelliten	Anschlussleistung	kW
Holzheizungen	Nenn-Wärmeleistung	kW
Einzelfeuerstätten	Nenn-Wärmeleistung	kW
Verteilnetze		
Erdleitungen	Länge	m
Heizungsleitungen	Länge	m
Trinkwasserleitungen	Länge	m
Gasleitungen	Länge	m
Speicher		
Pufferspeicher	Volumen	m <sup>3</sup>
Trinkwasserspeicher	Volumen	Liter
Anschlüsse und Tanks		
Fernwärmeanschluss	Anschlusslänge	m
Gasanschluss	Anschlussleistung	kW
Öltank Kelleraufstellung	Volumen	m <sup>3</sup> oder Liter
Erdtanks	Volumen	m <sup>3</sup> oder Liter
Flüssiggastanks	Volumen	m <sup>3</sup> oder Liter
Sonstige		
Schonsteine	Schornsteinhöhe	m

Tabelle 1 Kenngrößen der Kostenfunktionen

### 3.3 Funktionen

Die Kostenfunktion wird mit Microsoft Excel ermittelt. In der Regel wird die Potenzfunktion oder die lineare Funktion als Grundfunktion gewählt und das Bestimmtheitsmaß sowie der Geltungsbereich mit angegeben.

### 3.4 Übersicht vorhandener und fehlender Funktionen

Folgende Kostenfunktionen sind bearbeitet bzw. noch offen.

Positionen	Kostenfunktionen		
	Bericht 2007	Ergänzung I 2009	später
<b>Räume</b>			
Elektro-Raumheizung	Sell		
Fußbodenheizung	Sell		
Heizkörper	Sell		
Hydraulische Optimierung	Jagnow		
Lüftungsauslass	Sell		
Zapfstellen	Sell		
Konvektor			fehlt
Wandheizung			fehlt
<b>Anlagentechnik-Technik</b>			
BHKW	Sell		
Elektro-WW-Erzeuger	Sell		
Erdgaskessel	Sell		
Flüssiggaskessel	Sell		
Lüftungsanlage	Sell		
Ölkessel	Sell		
Solaranlage	Sell		
Wärmepumpe	Sell		
Fernwärmestation		Heimlich	
Hackschnitzel		Nothaft	
Pelletzentalkessel		Nothaft	
Satellitenheizung		Heimlich	
Ölheizöfen		Jagnow	
Kohle/Holzheizöfen		Jagnow	
Pelleteinzelöfen		Jagnow/Nothaft	
Gaseinzelöfen		Jagnow	
Gasbeheizte Trinkwasserspeicher		Jagnow	
Elektrische Zentralspeicher		Jagnow	
Regelung separat			fehlt
<b>Anlagentechnik-Heizungsraum</b>			
indirekt beheizte Speicher	Sell		
Pumpen	Sell/Jagnow		
Schornstein		Heimlich	
Hydraulische Weiche			fehlt
Trinkwasserstationen			fehlt
<b>Anlagentechnik-Rohstofflagerung</b>			
Fernwärmeanschluss		Heimlich	
Gasanschluss		Heimlich	
Flüssiggastank		Heimlich	
Öltank		Heimlich	
Hackschnitzellager			fehlt
Pelletlager			fehlt
<b>Entsorgungskosten</b>			
Nachtspeicheröfen			fehlt
Tankanlagen			fehlt
Kohleöfen			fehlt
<b>Abrisskosten</b>			
Dezentrale Anlage			fehlt
Zentrale Anlage			fehlt
<b>Leitungen</b>			
Heizungsleitungen, komplettes Netz	Sell		
Warmwasserleitungen, komplettes Netz	Sell		
Luftkanäle, komplettes Netz	Sell		
Fernleitungen		Heimlich	
Strang-/Verteilungen		Heimlich	
Anbindungsleitungen		Heimlich	
Gasleitungen		Jagnow	
Wanddurchbruch		Heimlich	

## 4 Verteilnetze

Die Kostenfunktionen entstammen der Bachelorarbeit von Alexander Heimlich [1]. Die Ausgangsdatenquelle ist jeweils genannt.

Bei einer Modernisierung sind Daten zu Verteilnetzen, wie Länge bzw. Dämmeigenschaften des Rohres bekannt. An dieser Stelle werden Preise für Leitungsnetze angegeben, die z.B. für die Vergleiche von dezentraler und zentraler Versorgung von Bedeutung sind.

Auf dem Markt sind derzeit verschiedene Arten von Leitungen z.B. Kupferrohr, Mehrschichtverbundrohr in den verschiedensten Varianten, jeweils abhängig vom Hersteller, zu erhalten. Hinzu kommen die jeweiligen Fittings, die für das jeweilige System gelten und so die Auswahl erweitern. In diesem Projekt wird als Referenz das Kupferrohr mit Pressfittings verwendet.

Die bearbeiteten Positionen sind folgende: Fernleitungen, Strang- und Verteilleitungen sowie Anbindungsleitungen für Heizung und Warmwasser und Gasleitungen.

### 4.1 Fernleitung

Für die Erstellung der Kostenfunktion für die Fernwärmeleitungen sind die Daten den Kostenkennwerten 2004 [Energie-Consulting. Kennziffernkatalog. Neuhagen/ Berlin: GfEM Gesellschaft für Energiemanagement, 2004.] entnommen. Die Daten beziehen sich auf Kunststoff-Mantelrohr und Stahlmantelrohr, jeweils als ein Zweileitersystem. Bei den Kunststoff-Mantelrohren wird noch danach unterschieden, in welchem Gelände das Rohr verlegt wird. Der angegebene Kostenbereich pro m Trasse wird jeweils gemittelt. Es wird für jede der Varianten eine spezifische Kostenfunktion aufgestellt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die spezifischen Kosten von Stahlmantelrohr bzw. Kunststoffmantelrohr bei der Verlegung im befestigten Gelände mit hoher Dichte der Versorgungsleitungen im innerstädtischen Bereich.

DN	Stahlmantelrohr		Kunststoffmantelrohr	
	€/m Trasse	€/m Trasse DN	€/m Trasse	€/m Trasse DN
25			367,50	14,70
32			382,50	11,95
40	418,00	10,45	410,00	10,25
50	440,00	8,80	432,50	8,65
65	495,00	7,62	460,00	7,08
80	577,50	7,22	495,00	6,19
100	770,00	7,70	557,50	5,58
125			625,00	5,00
150	825,00	5,50	712,50	4,75
175			762,50	4,36
200	992,50	4,96	840,00	4,20
250	1.127,50	4,51	975,00	3,90
300	1.265,50	4,22	1.123,50	3,75
350	1.402,50	4,01	1.267,50	3,62
400	1.545,00	3,86	1.391,00	3,48
450	1.672,50	3,72	1.475,00	3,28
500	1.792,50	3,59	1.580,50	3,16
600	2.225,00	3,71	1.812,50	3,02
700	2.470,00	3,53	2.032,50	2,90
800	2.700,00	3,38	2.175,00	2,72
900	3.012,50	3,35		
1000	3.287,50	3,29		

Tabelle 2: Fernleitung als Stahlmantelrohr oder Kunststoffmantelrohr

Aus den Daten der Tabelle 2 geht die folgende Abbildung hervor:

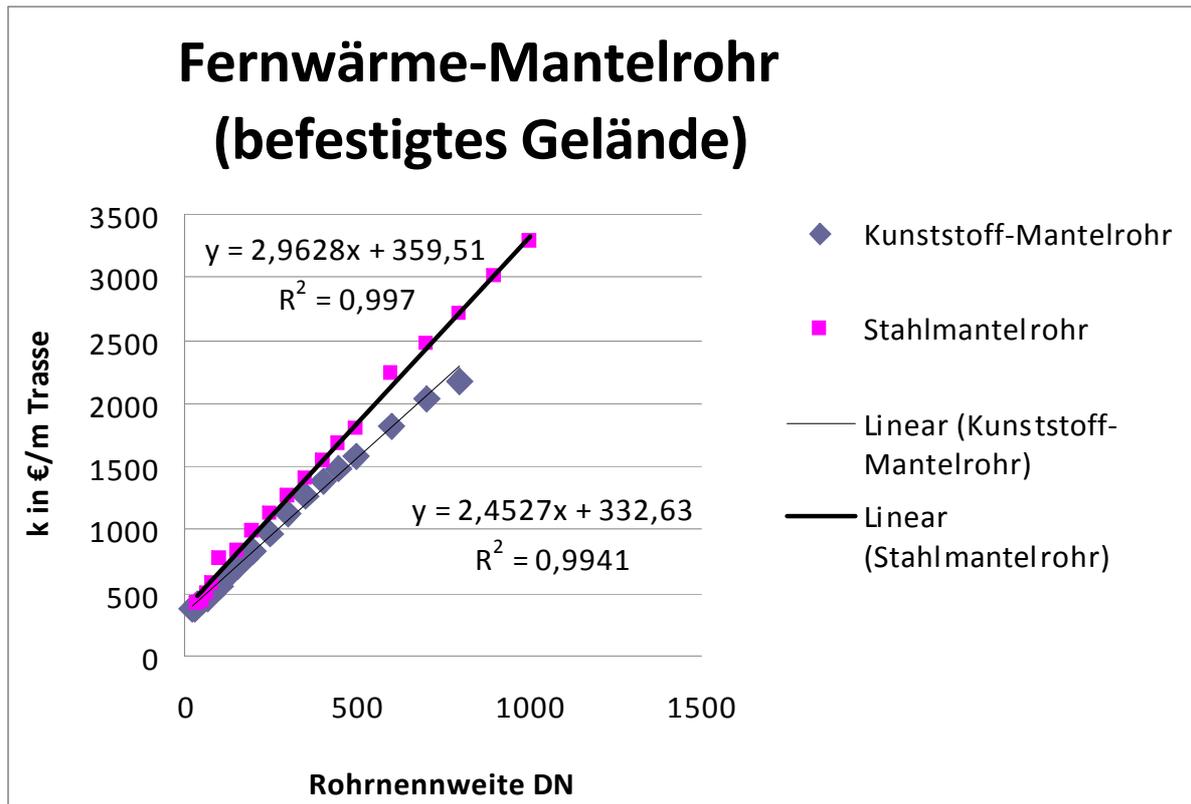


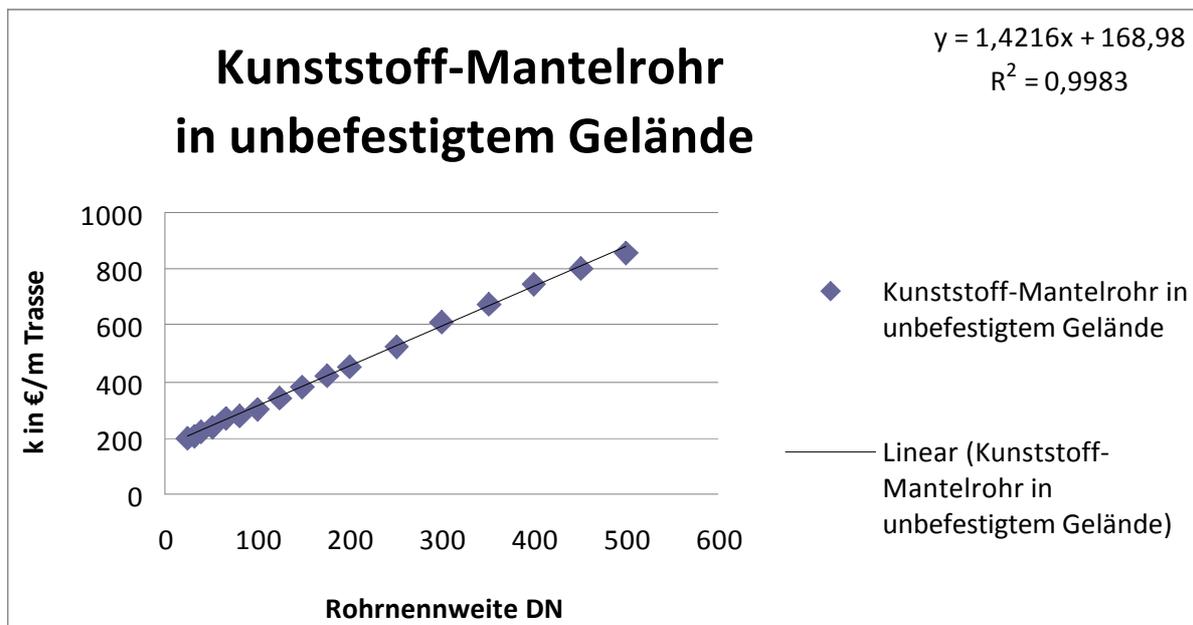
Abbildung 1: Stahlmantelrohr

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Fernleitung aus Kunststoff-Mantelrohr verlegt im unbefestigten Gelände eines Siedlungsgebietes.

Tabelle 3: Kunststoff-Mantelrohr im unbefestigtem Gelände

Kunststoff-Mantelrohr im unbefestigtem Gelände		
DN	[€/m Trasse]	[€/m Trasse DN]
25	200,00	8,00
32	210,00	6,56
40	222,50	5,56
50	240,00	4,80
65	267,50	4,12
80	277,50	3,47
100	305,00	3,05
125	345,00	2,76
150	382,50	2,55
175	422,50	2,41
200	455,00	2,28
250	525,00	2,10
300	615,00	2,05
350	675,00	1,93
400	750,00	1,88
450	802,50	1,78
500	857,50	1,72

Aus den Daten von Tabelle 3 geht folgende Abbildung hervor.



**Abbildung 2: Kunststoff-Mantelrohr im unbefestigtem Gelände**

Die Punkte streuen praktisch nicht, da es sich um die Auswertung einer Literaturquelle handelt, der ihrerseits offenbar bereits eine Funktion zugrunde lag.

Stahlmantelrohr (befestigtes Gelände)	$k = 2,96 \text{ €/m} \cdot X + 360 \text{ €/m}$ $r^2 = 0,997$ $X = [40; 1000]$ Rohrnenweite DN
Kunststoffmantelrohr (befestigtes Gelände)	$k = 2,45 \text{ €/m} \cdot X + 333 \text{ €/m}$ $r^2 = 0,994$ $X = [25; 800]$ Rohrnenweite DN
Mittelwert Mantelrohr (befestigtes Gelände)	$k = 2,83 \text{ €/m} \cdot X + 315 \text{ €/m}$ $r^2 = 0,975$ $X = [25; 1000]$ Rohrnenweite DN
<hr/>	
Kunststoffmantelrohr (unbefest. Gelände)	$k = 1,42 \text{ €/m} \cdot X + 169 \text{ €/m}$ $r^2 = 0,998$ $X = [25; 500]$ Rohrnenweite DN

## 4.2 Rohrleitungen Heizung und Warmwasser

In diesem Abschnitt wird die Erstellung von Kostenfunktionen für Kupferrohrleitungen dargestellt. Die dabei verwendete Rohrverbindungstechnik ist das Pressen. Als Grundlage dient hier das Softwareprogramm der Firma f:data (f:data. Baupreislexikon. 2009). Es werden dort Preise für Strang- und Verteilleitungen sowie die Anbindungsleitungen aufgelistet.

### Steigestränge und Verteilleitungen

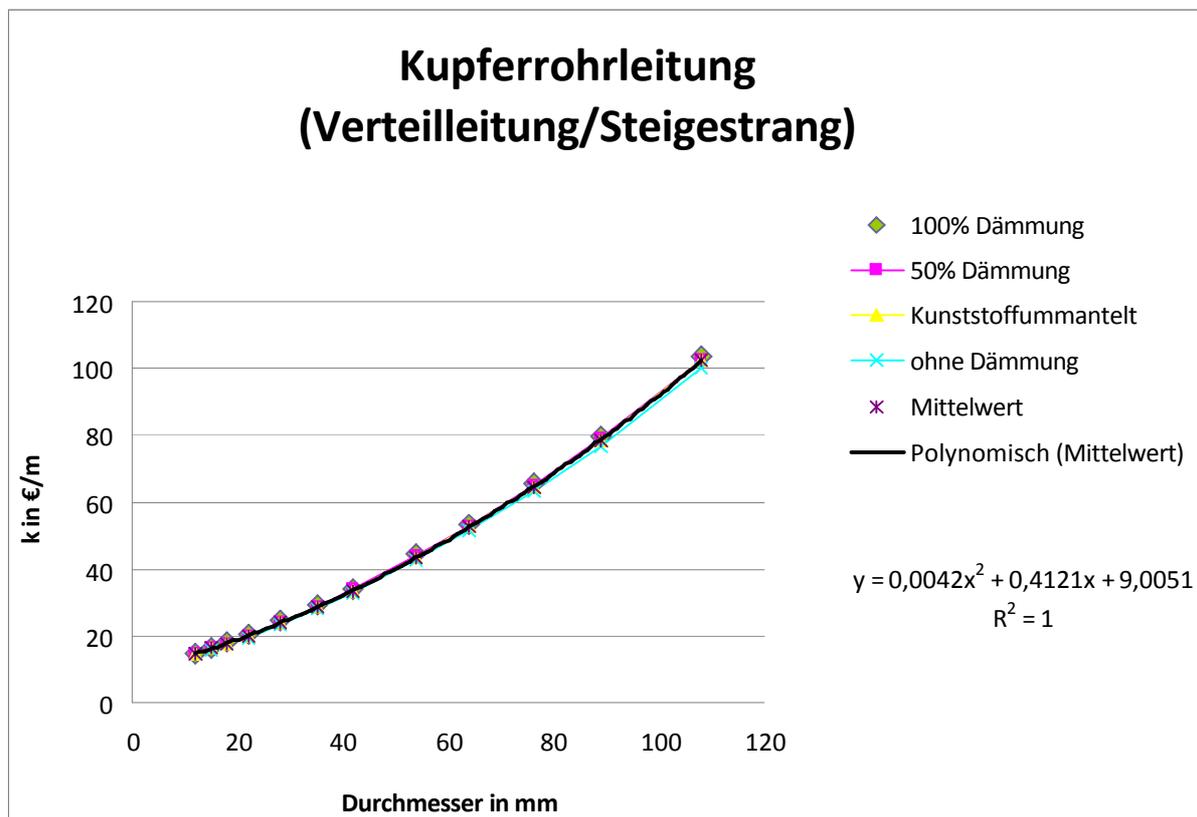
In den Preisen für Strang- und Verteilleitungen sind folgende Komponenten enthalten: die Montagekosten, Materialkosten, Klein-Materialkosten und Rohrbefestigung, inklusive Dübeln. Angesetzt für die Fittings ist ein Pressbogen 90° alle 5m sowie ein T-Stück und eine Muffe alle 10m. Der Nennweitebereich des Kupferrohres ist von 12 mm bis 108 mm Durchmesser.

Das Rohr ist in vier Wärmedämmkategorien eingeteilt. In der folgenden Tabelle 4 sind für die verschiedenen Durchmesser des Rohres für jede der vier Wärmedämmkategorien die Preise in Euro pro Meter aufgezeigt.

**Tabelle 4: Kupferrohrleitungen Strang- und Verteilleitung**

DN [mm]	100% Dämmung [€/m]	50% Dämmung [€/m]	Kunststoffummantelt [€/m]	ohne Dämmung [€/m]	Mittelwert [€/m]
12	14,77	14,64	14,60	14,39	14,60
15	16,33	16,17	16,12	15,85	16,11
18	17,97	17,78	17,72	17,40	17,71
22	20,28	20,05	19,97	19,59	19,97
28	24,34	24,04	23,94	23,45	23,94
35	29,06	28,69	28,57	27,95	28,57
42	34,20	33,76	33,61	32,87	33,61
54	44,34	43,77	43,58	42,63	43,58
64	53,42	52,74	52,52	51,39	52,52
76,1	65,53	64,73	64,46	63,13	64,46
88,9	79,69	78,76	78,44	76,88	78,44
108	103,81	102,67	102,29	100,39	102,29

Die nachfolgende Abbildung 3 zeigt den Kurvenverlauf für die vier Wärmedämmkategorien. Die Kosten, welche Die daraus resultierende Regressionsgrade ist eine Polynomfunktion zweiter Ordnung. Die Ausgleichsfunktion gilt als Mittelwert für alle Dämmniveaus.



**Abbildung 3: Kupferrohrleitung Strang- und Verteilleitung**

Die Punkte streuen nicht, da es sich um die Auswertung einer Literaturquelle handelt, der ihrerseits offenbar bereits diese Funktion zugrunde lag.

Kupferrohr, ohne Dämmung Verteilung/Steigestrang	$k = 0,0042 \text{ €/m} \cdot X^2 + 0,3946 \text{ €/m} \cdot X + 9 \text{ €/m}$ $r^2 = 1$ $X = [12; 108]$ Rohrnennweite DN
Kupferrohr, kunststoffummantelt Verteilung/Steigestrang	$k = 0,0042 \text{ €/m} \cdot X^2 + 0,4121 \text{ €/m} \cdot X + 9 \text{ €/m}$ $r^2 = 1$ $X = [12; 108]$ Rohrnennweite DN
Kupferrohr, 50 % Dämmung Verteilung/Steigestrang	$k = 0,0042 \text{ €/m} \cdot X^2 + 0,4157 \text{ €/m} \cdot X + 9 \text{ €/m}$ $r^2 = 1$ $X = [12; 108]$ Rohrnennweite DN
Kupferrohr, 100 % Dämmung Verteilung/Steigestrang	$k = 0,0042 \text{ €/m} \cdot X^2 + 0,4261 \text{ €/m} \cdot X + 9 \text{ €/m}$ $r^2 = 1$ $X = [12; 108]$ Rohrnennweite DN
Kupferrohr, Mittelwert Verteilung/Steigestrang	$k = 0,0042 \text{ €/m} \cdot X^2 + 0,4121 \text{ €/m} \cdot X + 9 \text{ €/m}$ $r^2 = 1$ $X = [12; 108]$ Rohrnennweite DN

### Anbindeleitungen

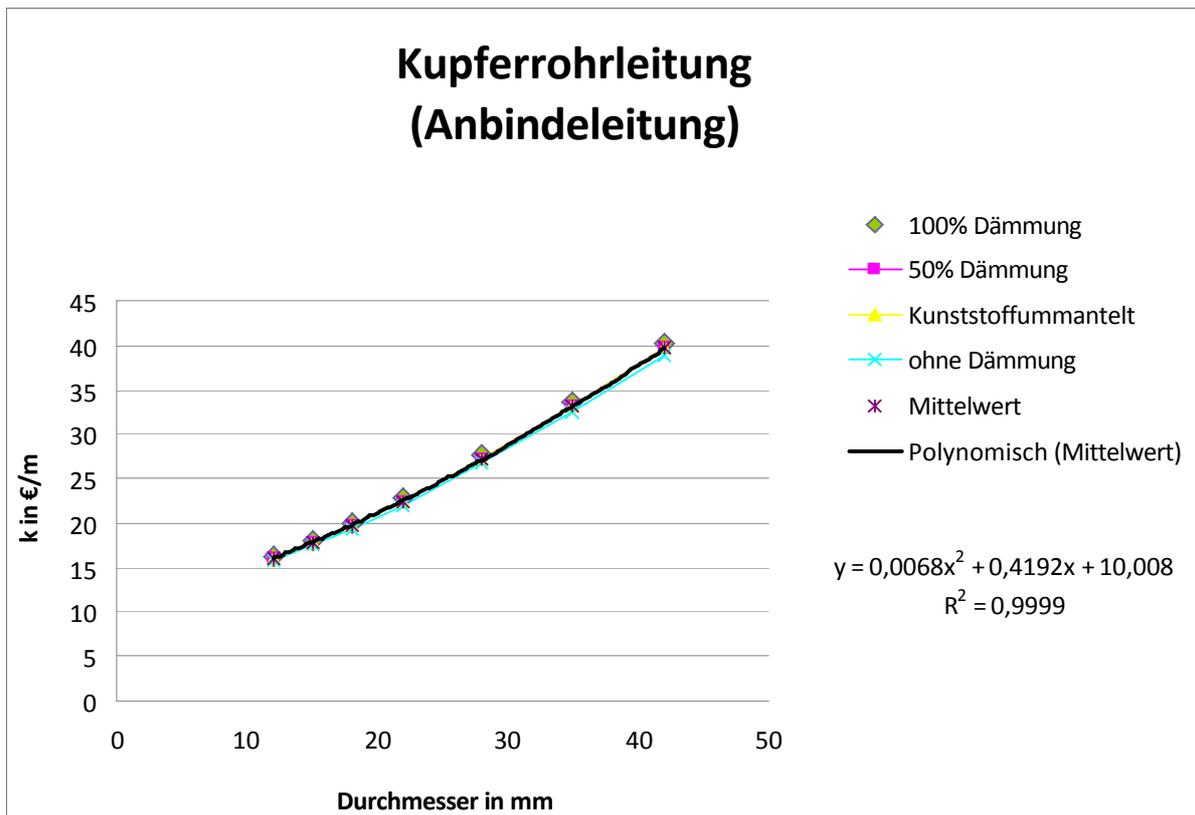
In den Preisen für Anbindeleitungen sind enthalten, die Montagekosten, Materialkosten, Klein-Materialkosten und Rohrbefestigung, inklusive Dübel. Angesetzt für die Fittings ist ein Pressbogen von 90° alle 3m sowie ein T-Stück alle 5m. Der Nennweitebereich des Kupferrohres ist von 12 mm bis 42 mm Durchmesser. Das Rohr ist in vier Wärmedämmkategorien eingeteilt.

In Tabelle 5 sind die Kosten für die verschiedenen Durchmesser eines Meterrohrs dargestellt, unterteilt nach den vier Wärmedämmkategorien.

DN [mm]	100% Dämmung [€/m]	50% Dämmung [€/m]	Kunststoffummantelt [€/m]	ohne Dämmung [€/m]
12	13,52	13,39	13,35	13,14
15	15,06	14,90	14,85	14,58
18	16,67	16,48	16,42	16,10
22	18,94	18,71	18,63	18,25
28	22,91	22,61	22,51	22,02
35	27,51	27,14	27,02	26,40
42	32,50	32,06	31,91	31,17

**Tabelle 5: Kupferrohrleitung, Anbindungsleitung**

Der Tabelle kann entnommen werden, dass sich die Kosten in einer Zeile sich kaum unterscheiden, weshalb eine Unterteilung in vier Wärmekategorien nicht sinnvoll erscheint. Die folgende Abbildung zeigt die Werte der Tabelle und die dazugehörige Regressionsgrade. Die Ausgleichsfunktion gilt als Mittelwert für alle Dämmniveaus.



**Abbildung 4: Kupferrohrleitung 12 mm bis 42 mm Durchmesser (Anbindeleitung)**

Die Punkte streuen nicht, da es sich um die Auswertung einer Literaturquelle handelt, der ihrerseits offenbar bereits diese Funktion zugrunde lag.

Kupferrohr, ohne Dämmung Anbindeleitung	$k = 0,0068 \text{ €/m} \cdot X^2 + 0,4020 \text{ €/m} \cdot X + 10 \text{ €/m}$ $r^2 = 0,9999$ $X = [12; 42]$ Rohrenweite DN
Kupferrohr, kunststoffummantelt Anbindeleitung	$k = 0,0068 \text{ €/m} \cdot X^2 + 0,4188 \text{ €/m} \cdot X + 10 \text{ €/m}$ $r^2 = 0,9999$ $X = [12; 42]$ Rohrenweite DN
Kupferrohr, 50 % Dämmung Anbindeleitung	$k = 0,0068 \text{ €/m} \cdot X^2 + 0,4226 \text{ €/m} \cdot X + 10 \text{ €/m}$ $r^2 = 0,9999$ $X = [12; 42]$ Rohrenweite DN
Kupferrohr, 100 % Dämmung Anbindeleitung	$k = 0,0068 \text{ €/m} \cdot X^2 + 0,4334 \text{ €/m} \cdot X + 10 \text{ €/m}$ $r^2 = 0,9999$ $X = [12; 42]$ Rohrenweite DN
Kupferrohr, Mittelwert Anbindeleitung	$k = 0,0068 \text{ €/m} \cdot X^2 + 0,4192 \text{ €/m} \cdot X + 10 \text{ €/m}$ $r^2 = 0,9999$ $X = [12; 42]$ Rohrenweite DN

### 4.3 Rohrleitungen Gas

Für Gasleitungen in Gebäuden können die Kosten einer ungedämmten Heizungs- oder Warmwasserleitung verwendet werden. Es wird nicht unterschieden in Verteilung, Steigestränge oder Anbindeleitungen. Es zählt der Preis für Verteilleitungen und Steigestränge, auch wenn die Dichte von Fittings nicht so hoch sein dürfte.

Kupferrohr, ohne Dämmung Verteilung/Steigestrang	$k = 0,0042 \text{ €/m} \cdot X^2 + 0,3946 \text{ €/m} \cdot X + 9 \text{ €/m}$ $r^2 = 1$ $X = [12; 108]$ Rohrnennweite DN
---	--

## 5 Speicher

Die Kostenfunktionen sind aus Herstellerunterlagen der Firma Vaillant entnommen und mit Kosten für die Montage, Aufstellung usw. ergänzt.

### 5.1 Gasdirektbeheizte Trinkwarmwasserspeicher

Der mit Gas direkt beheizte Trinkwarmwasserspeicher wird auch als Gas-Vorratswasserheizer bezeichnet. Die Kosten sind dem Katalog von Vaillant für die Modellreihe VGH entnommen. Parallel wurde eine Internetrecherche für Online-Versand über die Plattform Mercateo gestartet.

Die Preise enthalten den Warmwasserspeicher mit hochwertiger Emaillierung, Magnesium-Schutzanode, Gasdruckregler, Abgassensor. Dazu wurden Kosten für den Anschluss an das Gasnetz und das Stromnetz (jeweils ohne die Neuinstallation von Leitungen), den Abgasanschluss an einen vorhandenen Kaminzug sowie die Lieferung gerechnet.

In Tabelle 6 sind die Kosten für die verschiedenen Volumina bzw. Leistungen dargestellt.

		Nenn- Wärmeleistung	Speichervolumen	Preis nur Gerät	Summe incl. aller Neben- kosten
Quelle	Modell	kW	Liter	€	€
mercateo	VGH 130	6,13	130	1271	1798
vaillant	VGH 130	6,13	130	1307	1935
mercateo	VGH 160	7,25	160	1395	2211
vaillant	VGH 160	7,25	160	1432	2533
mercateo	VGH 190	8,2	190	1646	1838
vaillant	VGH 190	8,2	190	1693	1975
mercateo	VGH 220	8,6	220	1939	2262
vaillant	VGH 220	8,6	220	1993	2592

**Tabelle 6: Gasdirektbeheizte Warmwasserspeicher**

Die Punkte streuen nicht stark, da nur zwei Anbieter ausgewertet wurden. Es ergeben sich folgende Funktionen mit absoluten Kosten.

Gasdirektbeheizter Speicher (volumenbezogen)	$K = 8,39 \text{ €} \cdot X + 675 \text{ €}$ $r^2 = 0,964$ $X = [130; 220]$ Speichereinheit in Litern
Gasdirektbeheizter Speicher (leistungsbezogen)	$K = 146,2 \text{ €} \cdot X^2 - 1870 \cdot X + 7791 \text{ €}$ $r^2 = 0,976$ $X = [6; 9]$ Nennwärmeleistung in kW

Die Ausgleichsfunktion über dem Volumen bzw. der Leistung zeigen die folgenden Abbildungen.

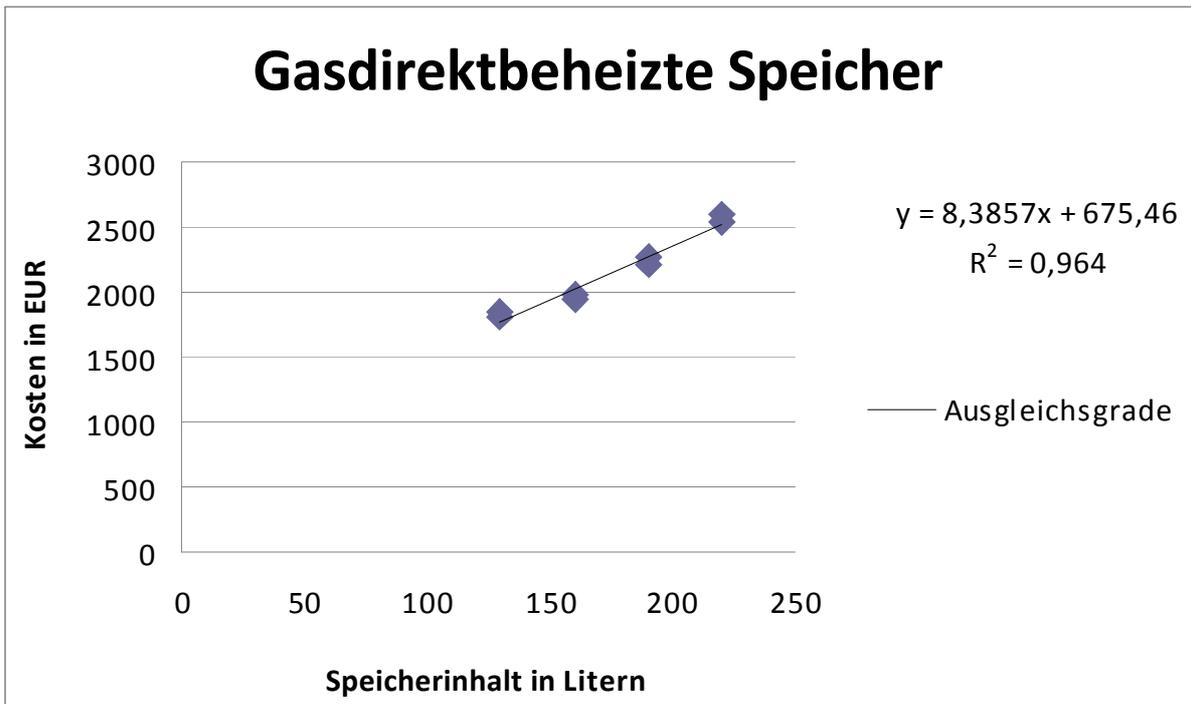


Abbildung 5: Gasdirektbeheizte Speicher (volumenbezogene Kosten)

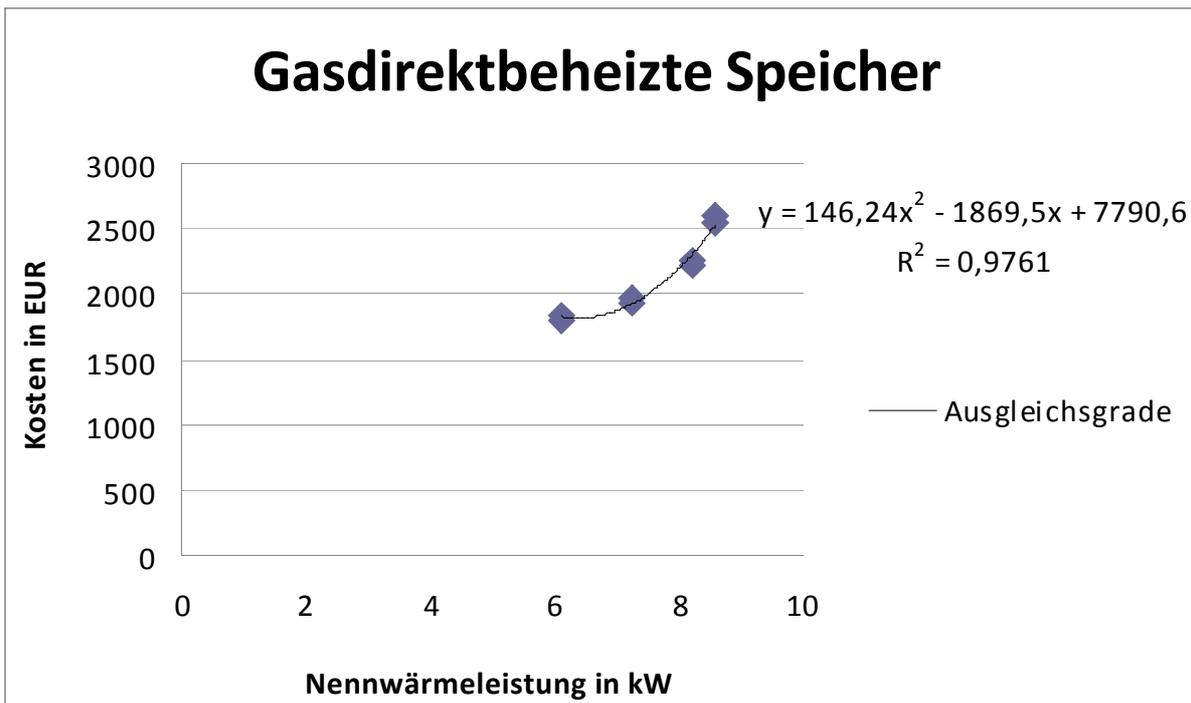


Abbildung 6: Gasdirektbeheizte Speicher (leistungsbezogene Kosten)

## 5.2 Elektrisch direkt beheizte Trinkwarmwasserzentralspeicher

Der elektrisch beheizte Zentralspeicher fasst etwa 80 bis 200 Liter Warmwasser. Er hat - unabhängig von allen Herstellern – in der Recherche eine elektrische Maximalleistung von 6 kW.

Die Kosten wurden bei zwei Großhändlern recherchiert. Es handelt sich um 30 Modelle verschiedener Volumina von 4 Herstellern (Stiebel Eltron, Siemens, Glen Dimplex, AEG. Die Preise enthalten den Warmwasserspeicher mit hochwertiger Emaillierung, Magnesium-Schutzanode und dem Sicherheitszubehör. Dazu wurden Kosten für den Anschluss an das Stromnetz (ohne die Neuinstallation von Leitungen) sowie die Lieferung und Montage gerechnet.

In Tabelle 7 sind die Kosten für die verschiedenen Volumina bzw. Leistungen dargestellt.

Quelle	Hersteller	Modell	Nenn- Wärme- leistung kW	Spei- chervo- lumen Liter	Preis nur Gerät €	Summe incl. aller Neben- kosten €
elektro4000	AEG	EHT	6	80	444	838
elektro4000	AEG	EHT	6	80	548	953
elektro4000	AEG	EHT	6	100	566	973
elektro4000	AEG	EHT	6	120	682	1100
elektro4000	AEG	EHT	6	150	758	1184
elektro4000	AEG	EHT	6	150	688	1107
elektro4000	AEG	STM	6	200	1209	1680
elektro4000	AEG	STM	6	200	1069	1526
elektro4000	AEG	STM	6	300	1338	1822
elektro4000	AEG	STM	6	400	1576	2084
elektro4000	Glen Dimplex	ACH	6	80	461	857
elektro4000	Glen Dimplex	ACH	6	80	605	1016
elektro4000	Glen Dimplex	ACH	6	80	357	743
elektro4000	Glen Dimplex	ACH	6	80	383	771
elektro4000	Glen Dimplex	ACH	6	100	659	1075
elektro4000	Glen Dimplex	ACH	6	100	370	757
elektro4000	Glen Dimplex	ACH	6	120	562	968
elektro4000	Glen Dimplex	ACH	6	120	586	995
elektro4000	Glen Dimplex	ACH	6	120	466	863
elektro4000	Glen Dimplex	ACH	6	120	570	977
elektro4000	Glen Dimplex	ACH	6	150	628	1041
elektro4000	Glen Dimplex	ACH	6	150	734	1157
elektro4000	Glen Dimplex	ACH	6	150	521	923
elektro4000	Glen Dimplex	ACH	6	150	607	1018
elektro4000	Glen Dimplex	ACS	6	200	1164	1630
elektro4000	Glen Dimplex	ACS	6	200	820	1252
elektro4000	Glen Dimplex	ACS	6	300	1284	1762
elektro4000	Glen Dimplex	ACS	6	300	864	1300
elektro4000	Glen Dimplex	ACS	6	400	1556	2062
elektro4000	Glen Dimplex	ACS	6	400	1292	1771
elektro4000	Siemens	DG	6	80	522	924
elektro4000	Siemens	DG	6	80	254	629
elektro4000	Siemens	DG	6	100	545	950
elektro4000	Siemens	DG	6	100	467	864
elektro4000	Siemens	DG	6	120	598	1008
elektro4000	Siemens	DG	6	120	512	913

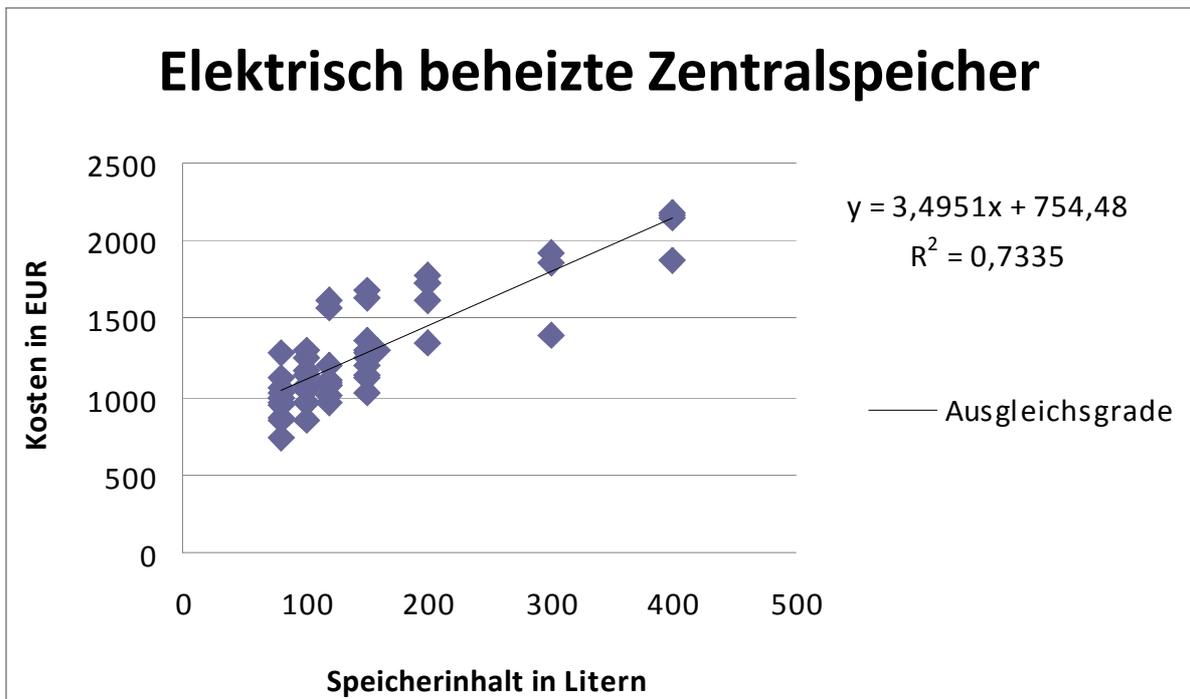
elektro4000	Siemens	DG	6	159	765	1192
elektro4000	Stiebel	HFA	6	80	497	897
elektro4000	Stiebel	HFA	6	100	628	1041
elektro4000	Stiebel	HFA	6	100	459	855
elektro4000	Stiebel	HFA	6	150	823	1255
elektro4000	Stiebel	SH	6	100	733	1156
elektro4000	Stiebel	SH	6	100	531	934
elektro4000	Stiebel	SH	6	120	1020	1472
elektro4000	Stiebel	SH	6	150	1078	1536
elektro4000	Stiebel	SH	6	150	767	1194
elektro4000	Stiebel	SHZ	6	80	753	1178
elektro4000	Stiebel	SHZ	6	80	494	893
elektro4000	Stiebel	SHZ	6	100	766	1193
elektro4000	Stiebel	SHZ	6	120	1064	1520
elektro4000	Stiebel	SHZ	6	150	1122	1584
elektro4000	Stiebel	SHW	6	200	1158	1624
elektro4000	Stiebel	SHW	6	400	1544	2048

**Tabelle 7: Elektrisch beheizte Warmwasserzentralspeicher**

Die Punkte streuen vor allem bei den kleinen Volumina recht stark. Es ergeben sich folgende Funktionen mit absoluten Kosten.

Elektrische Zentralspeicher (volumenbezogen)	$K = 3,5 \text{ €} \cdot X + 754 \text{ €}$ $r^2 = 0,734$ $X = [80; 400]$ Speicherinhalt in Litern
---	--

Die Ausgleichsfunktion über dem Volumen bzw. der Leistung zeigt die folgende Abbildung.



**Abbildung 7: Elektrisch beheizte Zentralspeicher**

## 6 Fern- und Nahwärmeanschlüsse

Die Kostenfunktionen entstammen der Bachelorarbeit von Alexander Heimlich [1].

Für die in diesem Abschnitt vorgenommene Erstellung von Kostenfunktionen für die Fernwärmestationen dient der Kennziffernkatalog 2004 [Energie-Consulting. Kennziffernkatalog. Neuhagen/ Berlin: GfEM Gesellschaft für Energiemanagement, 2004.] als Bezugsquelle. Es sind nur Systeme mit indirekten Abnahmen berücksichtigt und als Wärmeüberträgermedium ist nur das Wasser berücksichtigt.

In diesem Abschnitt werden auch Kostenfunktionen für die dezentralen Wohnungsstationen erstellt. Dieses System wird von verschiedenen Herstellern angeboten: Der vorliegenden Arbeit liegen Herstellerdaten von Buderus, Kamo sowie Logotherm zu Grunde.

### 6.1 Fernwärmestationen < 100 kW Leistung

Es handelt sich hierbei nur um indirekte Kompaktstationen mit Warmwasserbereitung. In den Kosten enthalten sind:

Wärmeübertrager, Stellventil mit Notstellfunktion, primär- und sekundärseitig angeordnete Absperrarmaturen, Schmutzfilter, Wärmemengenmessung, Volumenstrommessung, Sicherheitsventil, Umwälzpumpe für einen Heizkreis ohne Drehzahlregulierung, Membranausdehnungsgefäß, DDC-Regelung mit allen Messfühlern. Aufstellung, hydraulische Einbindung, Isolierung und Inbetriebnahme der Station. Warmwasserbereitung: WW-Speicher mit Wärmetauscher und Speicherladepumpe, Aufstellung, elektrische und hydraulische Einbindung, Isolierung und Inbetriebnahme der Station.

Leistung [kW]	Kosten in [€]			Speichergröße [l]	Spezifische Kosten [€/kW]
	von	bis	gemittelt		
10	4960,00	6442,00	5701,00	80	570,10
20	5011,00	6493,00	5752,00	120	287,60
30	5062,00	6545,00	5803,50	160	193,45
40	5164,00	6647,00	5905,50	200	147,64
50	5215,00	6698,00	5956,50	200	119,13
60	5317,00	6800,00	6058,50	200	100,98
70	5369,00	6851,00	6110,00	250	87,29
80	5471	6954	6212,5	250	77,66
100	5573	7056	6314,5	300	63,15

**Tabelle 8: Fernwärmestationen Vorlauftemperatur Primär 110°C**

Leistung [kW]	Kosten in [€]			Speichergröße [l]	Spezifische Kosten [€/kW]
	von	bis	gemittelt		
10	5522,00	7158,00	6340,00	80	634,00
20	5573,00	7209,00	6391,00	120	319,55
30	5624,00	7260,00	6442,00	160	214,73
40	5726,00	7363,00	6544,50	200	163,61
50	5829,00	7465,00	6647,00	200	132,94
60	5931,00	7567,00	6749,00	200	112,48
70	6033,00	7669,00	6851,00	250	97,87
80	6136,00	7772,00	6954,00	250	86,93
100	6289,00	7925,00	7107,00	300	71,07

**Tabelle 9: Fernwärmestation Vorlauftemperatur Primär 130°C**

In diesen Tabellen fällt auf, dass die Differenzen der „von-bis-Kosten“ über den gesamten Leistungsbereich fast identisch sind. Aus den Tabellen gehen folgende Diagramme hervor:

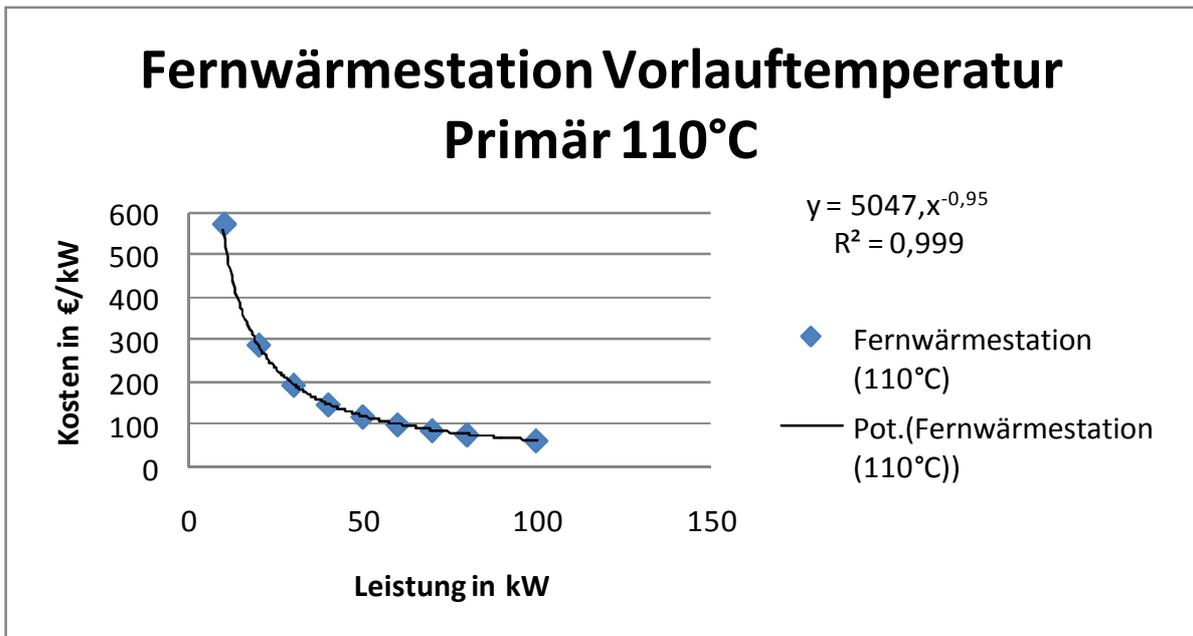


Abbildung 8: Fernwärmestation Vorlauftemperatur Primär 110°C

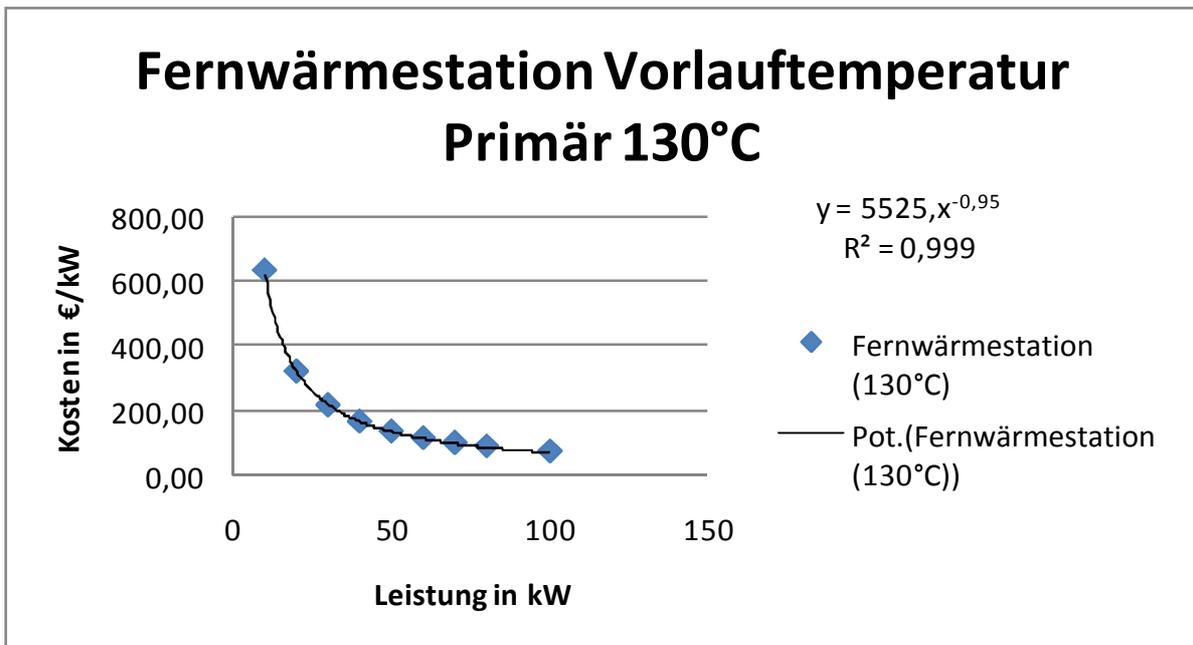


Abbildung 9: Fernwärmestation Vorlauftemperatur Primär 130°C

Die Punkte streuen nicht, da es sich um die Auswertung einer Literaturquelle handelt, der ihrerseits bereits eine Funktion zugrunde lag.

Fernwärme 110°C mit Warmwasser	$k = 5047 \text{ €/kW} \cdot X^{-0,955}$ $r^2 = 0,999$
Fernwärme 130°C mit Warmwasser	$k = 5225 \text{ €/kW} \cdot X^{-0,950}$ $r^2 = 0,999$
Fernwärme Mittelwert mit Warmwasser	$k = 5281 \text{ €/kW} \cdot X^{-0,952}$ $r^2 = 0,993$
	$X = [10; 100] \text{ kW}$

## 6.2 Fernwärmestationen > 100 kW Leistung

Bei einer großen Fernwärmestation mit einem Leitungsbereich über 100 kW kann folgende Unterteilung gemacht werden: 1. mit Warmwasserbereitung sowie 2. ohne Warmwasserbereitung.

Die Kostenkennwerte beinhalten folgenden Umfang: Abnehmerstation mit Isolierung, Aufstellung, Inbetriebnahme, ggf. Gebrauchswarmwasserspeicher mit Speicherladepumpe und Wärmetauscher, Wärmemengenzählung gesamt und für die Kreise.

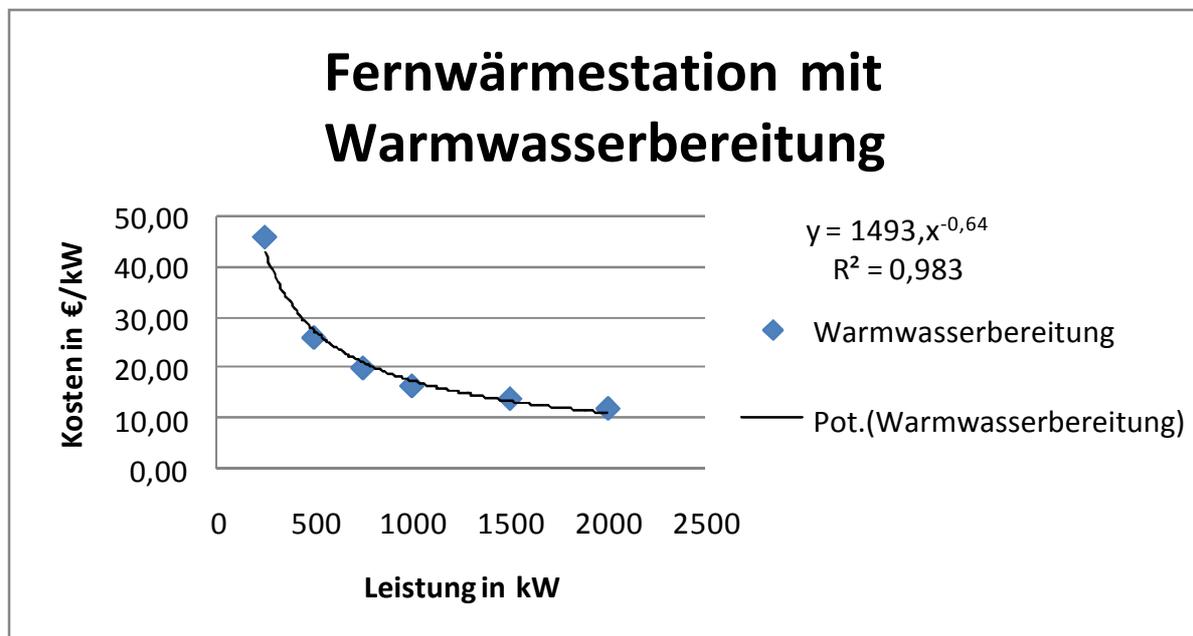
Leistung [kW]	Kosten [€]	€/kW
250	11500,00	46,00
500	13000,00	26,00
750	15000,00	20,00
1000	16400,00	16,40
1500	20800,00	13,87
2000	23800,00	11,90

**Tabelle 10: Fernwärmestation > 100 kW mit Warmwasserbereitung**

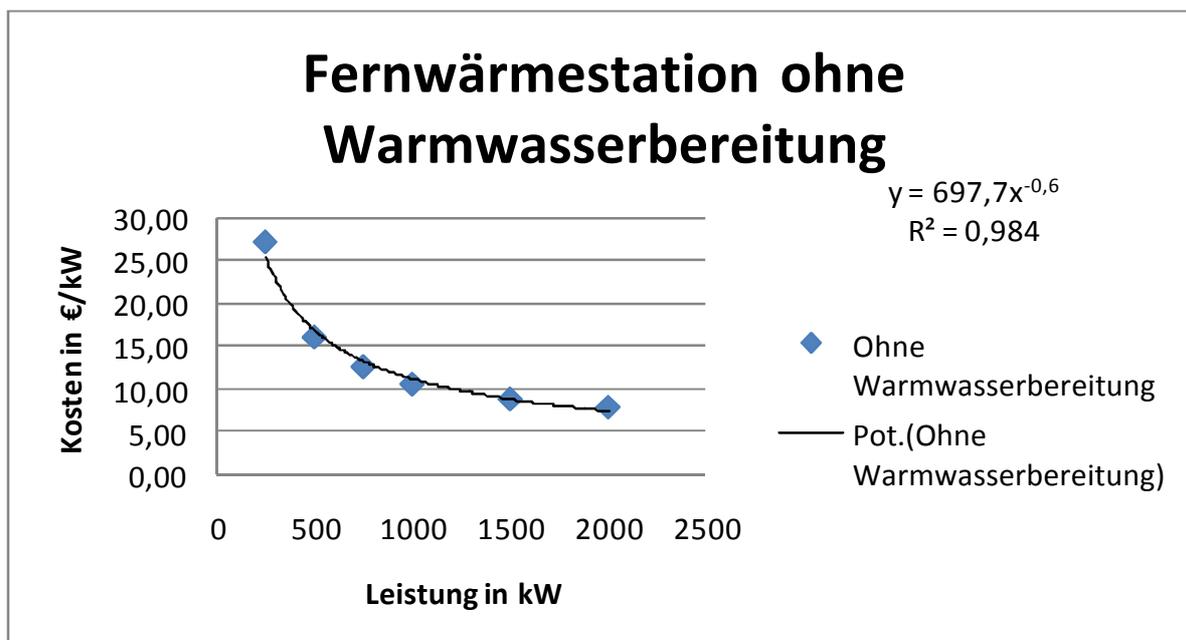
Leistung [kW]	Kosten [€]	€/kW
250	6800,00	27,20
500	8000,00	16,00
750	9400,00	12,53
1000	10500,00	10,50
1500	13100,00	8,73
2000	15600,00	7,80

**Tabelle 11: Fernwärmestation > 100 kW ohne Warmwasserbereitung**

Aus den Tabellen gehen folgende Diagramme hervor:



**Abbildung 10: Fernwärmestation > 100 kW mit Warmwasserbereitung**



**Abbildung 11: Fernwärmestation > 100 kW ohne Warmwasserbereitung**

Die Punkte streuen praktisch nicht, da es sich um die Auswertung einer Literaturquelle handelt, der ihrerseits bereits eine Funktion zugrunde lag.

Fernwärme mit WW	$k = 1493 \text{ €/kW} \cdot X^{-0,64}$ $r^2 = 0,983$
Fernwärme ohne WW	$k = 698 \text{ €/kW} \cdot X^{-0,6}$ $r^2 = 0,984$
	$X = [250; 2000] \text{ kW}$

### 6.3 Satellitenheizung

Auch bieten die Hersteller unterschiedliche Varianten an: ausschließlich Heizung, ausschließlich Warmwasserbereitung oder eine Kombination aus beidem. Die hier generierte Kostenfunktion bezieht sich auf die letztgenannte Kombination Heizung mit Warmwasserbereitung, die sog. Kombisysteme.

Bei der Kostenaufstellung werden folgende Fakten berücksichtigt:

Sie berücksichtigt die Kosten für das Grundgerät plus Montage inklusive Inbetriebnahme. Die Montagezeit und Inbetriebnahme ist mit fünf Stunden veranschlagt, bei einem Preis von 42,50€ pro Stunde. Es wird davon ausgegangen, dass die Geräte auf Putz angebracht werden. Ein Passstück für den Kaltwasserzähler wird vorgesehen. Die Regelung des Systems wird von dem zentralen Heizkessel vorgenommen, d.h. sie wird hier nicht weiter berücksichtigt. In den jeweiligen Räumen wird die Temperatur über die Thermostatventile geregelt. Die Rohrleitungen sind bis zu den Anschlüssen vorhanden. Das aufgeführte Klein-Material steht für die Benutzung von Schmiermittel, Schrauben, Dübel und für das eingesetzte Werkzeug bzw. Maschinen.

(Aufgrund der unterschiedlichen Grundausstattung tauchen bei den Herstellern unterschiedliche Anzahlen an Positionen auf).

<sup>i</sup> Stundensatz eines Facharbeiters (Firma Heimlich, Heizung/Lüftung/Sanitär/Solar)

Position	Kosten in [€]
Grundbruttopreis Typ: EK100-35 Z Heizleistung: 15kW bei 70/50 Warmwasserleistung: 35 kW bei 70/50/10	923,00
Stundenlohn à 42,50 € (x 5)	212,50
Klein-Material	10,00
<b>Summe</b>	<b>1.145,50</b>

**Tabelle 12: Dezentrale Wohnungsstation Logamax kompakt Buderus [Preisliste Katalog Teil 1- Zentralheizungsanlagen bis 70 kW – 2008]**

Position	Kosten in [€]
Grundbruttopreis Typ: WK 1 Heizleistung: 10kW bei 70/50 Warmwasserleistung: 33 kW bei 70/50/10	764,00
WS-KWA (Passstück für KWZ)	45,00
ADH 2 Aufputzgehäuse	166,00
ADH 2/A untere Abschlussblende	19,50
Stundenlohn à 42,50 € (x 5)	212,50
Klein-Material	10,00
<b>Summe</b>	<b>1.217,00</b>

**Tabelle 13: Dezentrale Wohnungsstation WK 1 KaMo [Preisliste KKS 05/08]**

Position	Kosten in [€]
Grundbruttopreis Typ: WK 1M Heizleistung: 10kW bei 70/50 Warmwasserleistung: 40 kW bei 70/50/10	889,00
WS-KWA (Passstück für KWZ)	45,00
ADH 2 Aufputzgehäuse	166,00
ADH 2/A untere Abschlussblende	19,50
Stundenlohn à 42,50 € (x 5)	212,50
Klein-Material	10,00
<b>Summe</b>	<b>1.342,00</b>

**Tabelle 14: Dezentrale Wohnungsstation WK 1M KaMo [Preisliste KKS 05/08]**

Position	Kosten in [€]
Grundbruttopreis Typ: WK 2 Heizleistung: 10kW bei 70/50 Warmwasserleistung: 45 kW bei 70/50/10	1.014,00
WS-KWA (Passstück für KWZ)	45,00
ADH 2 Aufputzgehäuse	166,00
ADH 2/A untere Abschlussblende	19,50
Stundenlohn à 42,50 € (x 5)	212,50€
Klein-Material	10,00
<b>Summe</b>	<b>1.467,00</b>

**Tabelle 15: Dezentrale Wohnungsstation WK 2 KaMo [Preisliste KKS 05/08]**

Position	Kosten in [€]
Grundbruttopreis Typ: Basisstation 500 Heizleistung: 10kW bei 70/50 Warmwasserleistung: 35 kW bei 70/50/10	654,00
Zweiter KW- Anschluss für Wohnung	49,00
Aufputzgehäuse	109,00
Stundenlohn à 42,50 € (x 5)	212,50€
Klein-Material	10,00
<b>Summe</b>	<b>1.034,50</b>

**Tabelle 16: Dezentrale Wohnungsstation LogoComfort 500 (35kW) Logotherm [Preisliste 11 01/09]**

Position	Kosten in [€]
Grundbruttopreis Typ: Basisstation 600 Heizleistung: 10kW bei 70/50 Warmwasserleistung: 35 kW bei 70/50/10	654,00
Zweiter KW- Anschluss für Wohnung	49,00
Aufputzgehäuse	130,00
Stundenlohn à 42,50 € (x 5)	212,50€
Klein-Material	10,00
<b>Summe</b>	<b>1.055,50</b>

**Tabelle 17: Dezentrale Wohnungsstation LogoComfort 600 (35kW) Logotherm [Preisliste 11 01/09]**

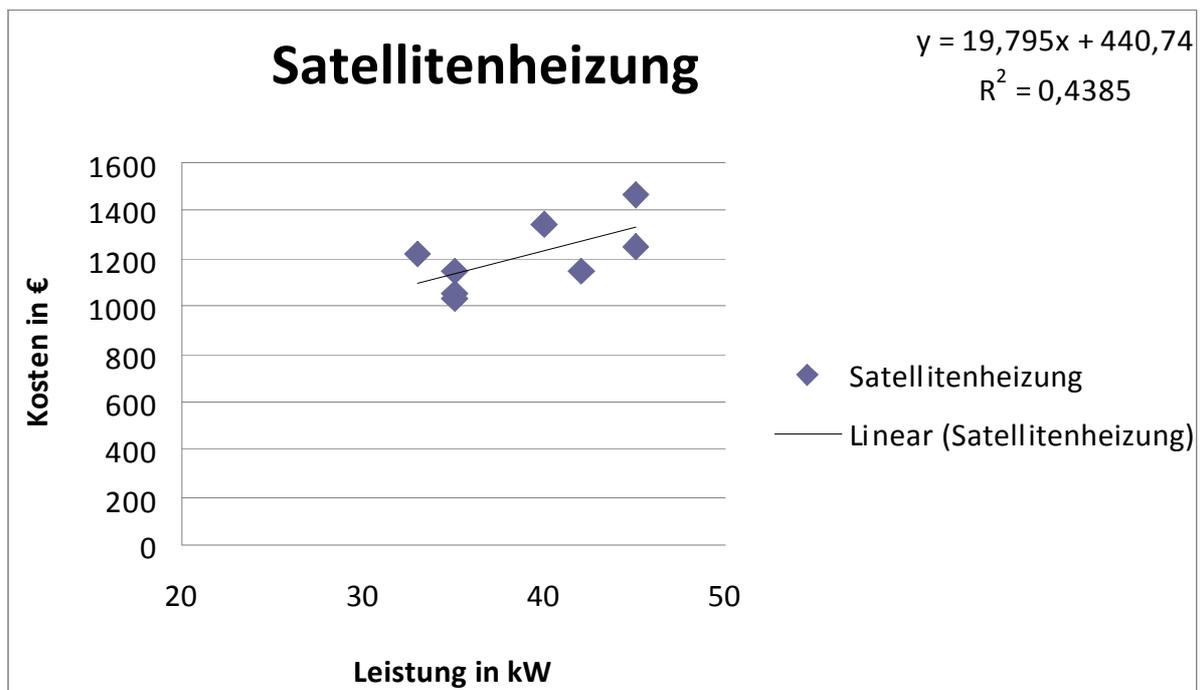
Position	Kosten in [€]
Grundbruttopreis Typ: Basisstation 600 Heizleistung: 10kW bei 70/50 Warmwasserleistung: 42 kW bei 70/50/10	747,00
Zweiter KW- Anschluss für Wohnung	50,00
Aufputzgehäuse	130,00
Stundenlohn à 42,50 € (x 5)	212,50€
Klein-Material	10,00
<b>Summe</b>	<b>1.148,50</b>

**Tabelle 18: Wohnungsstation LogoComfort 600 (42kW) Logotherm [Preisliste 11 01/09]**

Position	Kosten in [€]
Grundbruttopreis Typ: Basisstation 600 Heizleistung: 10kW bei 70/50 Warmwasserleistung: 45 kW bei 70/50/10	851,00
Zweiter KW- Anschluss für Wohnung	50,00
Aufputzgehäuse	130,00
Stundenlohn à 42,50 € (x 5)	212,50€
Klein-Material	10,00
<b>Summe</b>	<b>1.252,50</b>

**Tabelle 19: Wohnungsstation LogoComfort 600 (45kW) Logotherm [Preisliste 11 01/09]**

Aus den Einzelkosten ergibt sich folgende Abbildung:



**Abbildung 12: Satellitenheizung**

Da die Kosten stark streuen, ergibt die Ausgleichsgerade mit linearem Verlauf eine bessere Näherung als die Potenzfunktion. Außerdem werden die Kosten in € angegeben, nicht in €/kW!

Satellitenheizung mit Warmwasser	$K = 20 \text{ €} \cdot X + 441 \text{ €}$ $r^2 = 0,439$ $X = [33; 45] \text{ kW}$
-------------------------------------	--

## 7 Zentrale Holzfeuerungen

Die Daten für zentrale Holzfeuerungen entstammen einer Studie zum Marktanreizprogramm der Bundesregierung von [Langniß O, Böhnisch H, Buschmann A, Musiol F, Hartmann H, Reisinger K, Höldrich A, Turowski P, Pauschinger T. Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) im Zeitraum Januar 2004 bis Dezember 2005. Stuttgart, Straubing – Oktober 2006].

Darüber hinaus gibt es eine noch unveröffentlichte Diplomarbeit [2], in welcher die Kosten aktualisiert wurden. Die folgende Grafik ist der Originalstudie, die Kostenfunktionen sind der noch unveröffentlichten Diplomarbeit entnommen.

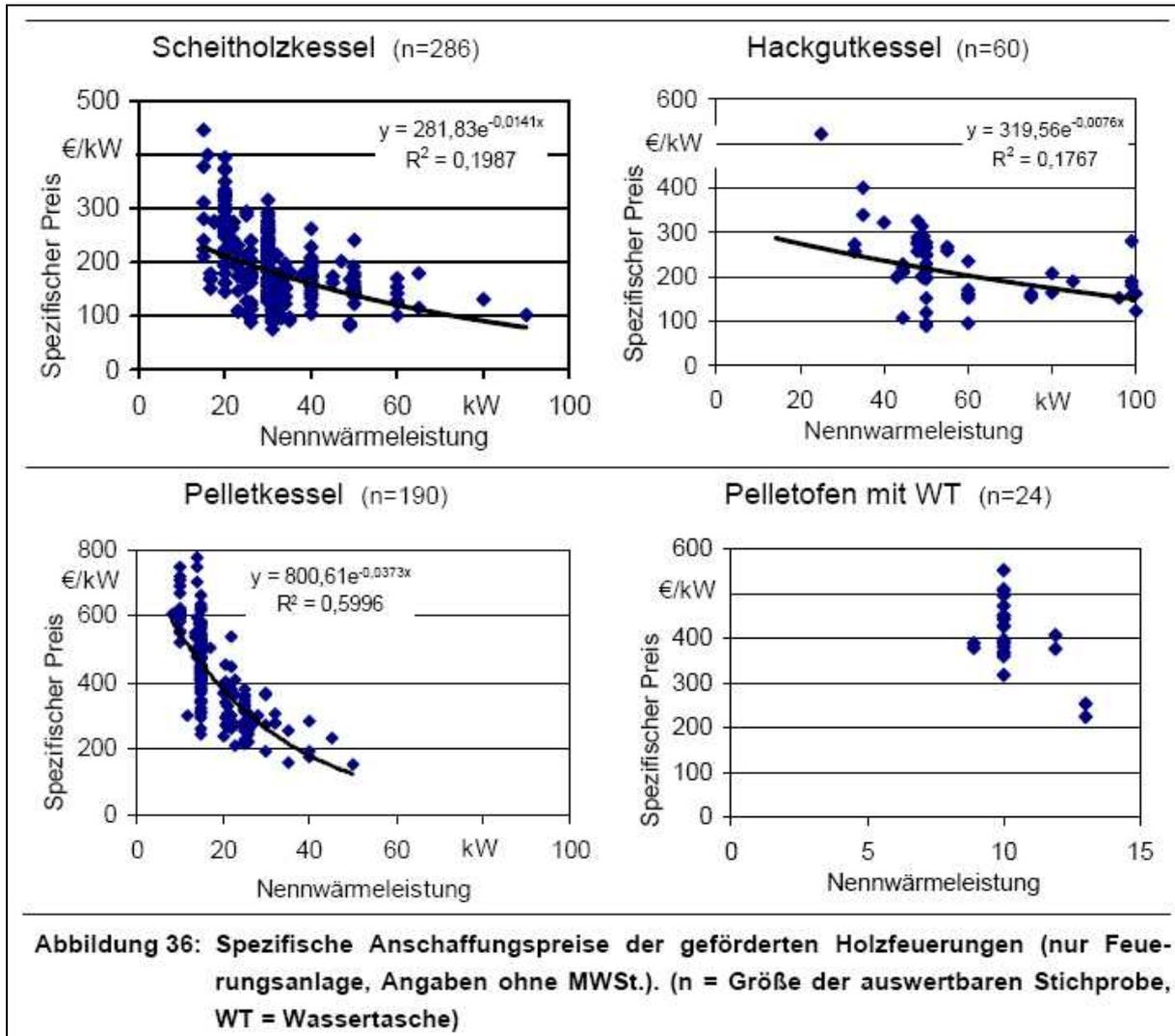


Abbildung 13: Originalabbildung aus der Studie zum Marktanreizprogramm

Die Diplomarbeit von Christian Nothaft unterteilt die Kosten in Kesselkosten und Peripheriekosten sowie Kosten für Pufferspeicher, Ein- und Austragung des Brennstoffes. Die Ergebnisse sind unten zusammengestellt.

Alle Kostenfunktionen in diesem Kapitel sind ohne Mehrwertsteuer angegeben! Es handelt sich um die Auswertung von ca. 250 geförderten Pelletkessel, 240 Scheitholzkesseln, 20 Hackgutkesseln, 30 Pelletöfen mit Wasseranschluss. Ausgewertet wurden real abgerechnete Kosten.

## 7.1 Pufferspeicher

Investitionskosten für den Pufferspeicher bei der Installation einer kompletten Holzheizungsanlage:

Pufferspeicher	$k = 15,66 \text{ €/Liter} \cdot X^{0,6017}$ $r^2 = 0,45$  $X = [400; 5000] \text{ Liter}$
----------------	---

## 7.2 Hackgutkessel

Investitionskosten für die Feuerung (reine Kesselanlage)

Hackgutkessel Erzeuger	$k = 5640 \text{ €/kW} \cdot X^{-0,804}$ $r^2 = 0,68$  $X = [22; 100] \text{ kW}$
---------------------------	--

Investitionskosten für die Peripheriebauteile (Regelung, Mischer, Ausdehnungsgefäße plus Verrohrung, Verteiler, Armaturen, Verbrauchsmaterial):

Hackgutkessel Peripherie	$k = 0,0107 \text{ €/kW} \cdot X^2 - 1,6854 \text{ €/kW} \cdot X + 141 \text{ €/kW}$ $r^2 = 0,02$  $X = [22; 100] \text{ kW}$
-----------------------------	--

Montagekosten (Montage und Inbetriebnahme):

Hackgutkessel Montage	$k = 398 \text{ €/kW} \cdot X^{-0,604}$ $r^2 = 0,08$  $X = [22; 100] \text{ kW}$
--------------------------	---

Investitionskosten für den Raumaustrag (Schneckensystem, Blattfederrührwerke usw.):

Hackgutkessel Raumaustrag	$k = 317 \text{ €/kW} \cdot X^{-0,387}$ $r^2 = 0,10$  $X = [22; 100] \text{ kW}$
------------------------------	---

Gesamtkosten incl. Pufferspeicher

Hackgutkessel Gesamtkosten	$k = 6089 \text{ €/kW} \cdot X^{-0,688}$ $r^2 = 0,52$  $X = [22; 100] \text{ kW}$
-------------------------------	--

### 7.3 Pelletkessel (Wärmeabgabe nur an Wasser)

Investitionskosten für die Feuerung (reine Kesselanlage)

Pelletkessel Erzeuger	$k = 3792 \text{ €/kW} \cdot X^{-0,74}$ $r^2 = 0,73$  $X = [6; 73] \text{ kW}$
--------------------------	---

Investitionskosten für die Peripheriebauteile (Regelung, Mischer, Ausdehnungsgefäße plus Verrohrung, Verteiler, Armaturen, Verbrauchsmaterial):

Pelletkessel Peripherie	$k = 0,1297 \text{ €/kW} \cdot X^2 - 11,241 \text{ €/kW} \cdot X + 320 \text{ €/kW}$ $r^2 = 0,14$  $X = [6; 73] \text{ kW}$
----------------------------	--

Montagekosten (Montage und Inbetriebnahme):

Pelletkessel Montage	$k = 1170 \text{ €/kW} \cdot X^{-0,79}$ $r^2 = 0,21$  $X = [6; 73] \text{ kW}$
-------------------------	---

Investitionskosten für den Raumaustrag (Schneckensystem, Blattfederrührwerke usw.):

Pelletkessel Raumaustrag	$k = 851 \text{ €/kW} \cdot X^{-0,775}$ $r^2 = 0,15$  $X = [6; 73] \text{ kW}$
-----------------------------	---

Gesamtkosten incl. Pufferspeicher

Pelletkessel Gesamtkosten	$k = 6614 \text{ €/kW} \cdot X^{-0,729}$ $r^2 = 0,42$  $X = [6; 73] \text{ kW}$
------------------------------	--

## 7.4 Scheitholzessel

Investitionskosten für die Feuerung (reine Kesselanlage)

Scheitholzessel Erzeuger	$k = 2043 \text{ €/kW} \cdot X^{-0,691}$ $r^2 = 0,26$  $X = [10; 80] \text{ kW}$
-----------------------------	---

Investitionskosten für die Peripheriebauteile (Regelung, Mischer, Ausdehnungsgefäße plus Verrohrung, Verteiler, Armaturen, Verbrauchsmaterial):

Scheitholzessel Peripherie	$k = 0,0298 \text{ €/kW} \cdot X^2 - 3,775 \text{ €/kW} \cdot X + 172 \text{ €/kW}$ $r^2 = 0,05$  $X = [10; 80] \text{ kW}$
-------------------------------	--

Montagekosten (Montage und Inbetriebnahme):

Scheitholzessel Montage	$k = 1246 \text{ €/kW} \cdot X^{-0,918}$ $r^2 = 0,12$  $X = [10; 80] \text{ kW}$
----------------------------	---

Gesamtkosten incl. Pufferspeicher

Scheitholzessel Gesamtkosten	$k = 3523 \text{ €/kW} \cdot X^{-0,653}$ $r^2 = 0,18$  $X = [10; 80] \text{ kW}$
---------------------------------	---

## 7.5 Pelletöfen (Wärmeabgabe direkt und an Wasser)

Gesamtkosten incl. Kessel, Peripherie, Montage Pufferspeicher

Pelletöfen Gesamtkosten	$k = 7819 \text{ €/kW} \cdot X^{-1,217}$ $r^2 = 0,24$  $X = [6; 30] \text{ kW}$
----------------------------	--

## 8 Einzelfeuerungen

### 8.1 Einzelfeuerung Gas

Die mit Gas betriebenen Einzelfeuerstätten kann man in Gasraumheizer (Gasöfen) und Gas-kamine einteilen. Alle sind raumluftbetrieben, aber entweder an einen Schornstein oder an einen Abluftwandauslass angeschlossen. Sie geben die Wärme ausschließlich an den Aufstellraum ab.



Abbildung 14: Einzelfeuerstätten Gas (Ofen, Kamin)

Die Preise sind im Internet recherchiert unter <http://www.ofen.edingershops.de/> bzw. unter <http://www.Flandria-Heiztechnik.de>.

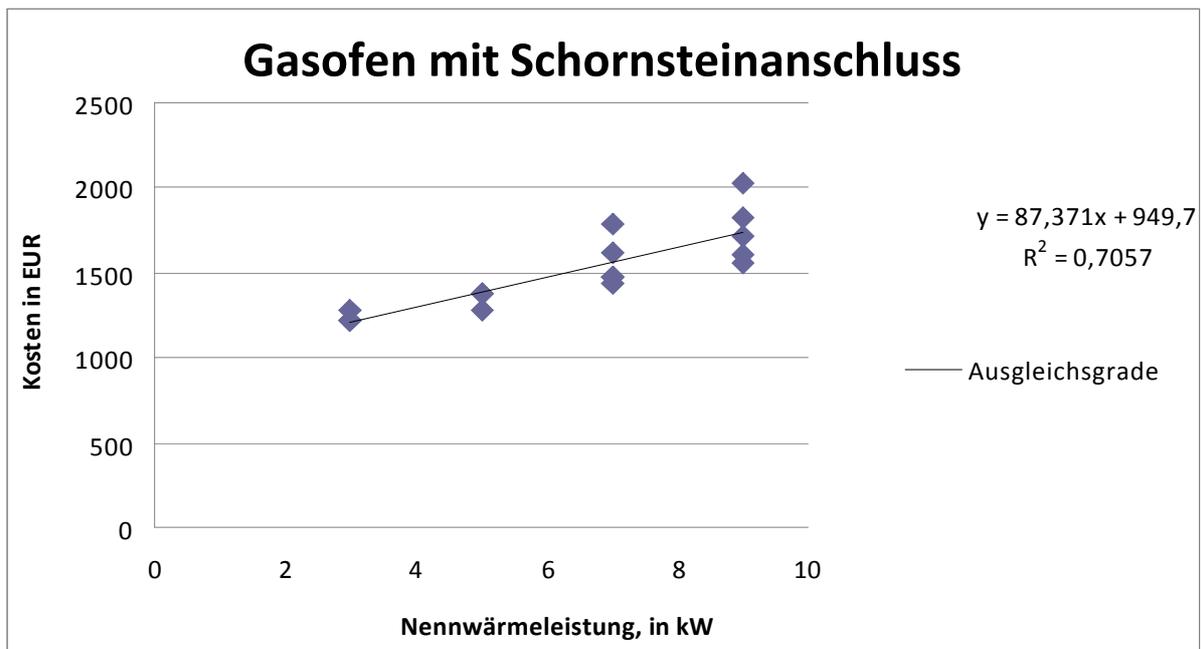
#### Gasöfen (Raumheizer) mit Schornsteinanschluss

Dieser Gasofen saugt seine Zuluft aus dem Aufstellraum an und gibt seine Wärme an den Aufstellraum ab. Das Abgas wird in einen Schornstein entlassen. Der Preis für einen Gasofen enthält den Preis für Ofen mit Lieferung und Einbau, eine Unterlegplatte und das Zubehör für einen Schornsteinanschluss. Der Anschluss an ein zentrales Gasnetz ist enthalten, jedoch nicht die Leitungsverlegung bis zum Ofen.

Die Preise für 24 Ofenmodelle von einem Hersteller zeigt die folgende Grafik. Die Kosten innerhalb einer Leistungsklasse schwanken nicht stark.

Die Gesamtkosten in absoluten Zahlen ergeben sich als Funktion wie folgt:

Gasofen	$K = 87 \text{ €} \cdot X + 950 \text{ €}$
Schornsteinbetrieb	$r^2 = 0,706$
	$X = [3; 9] \text{ kW}$

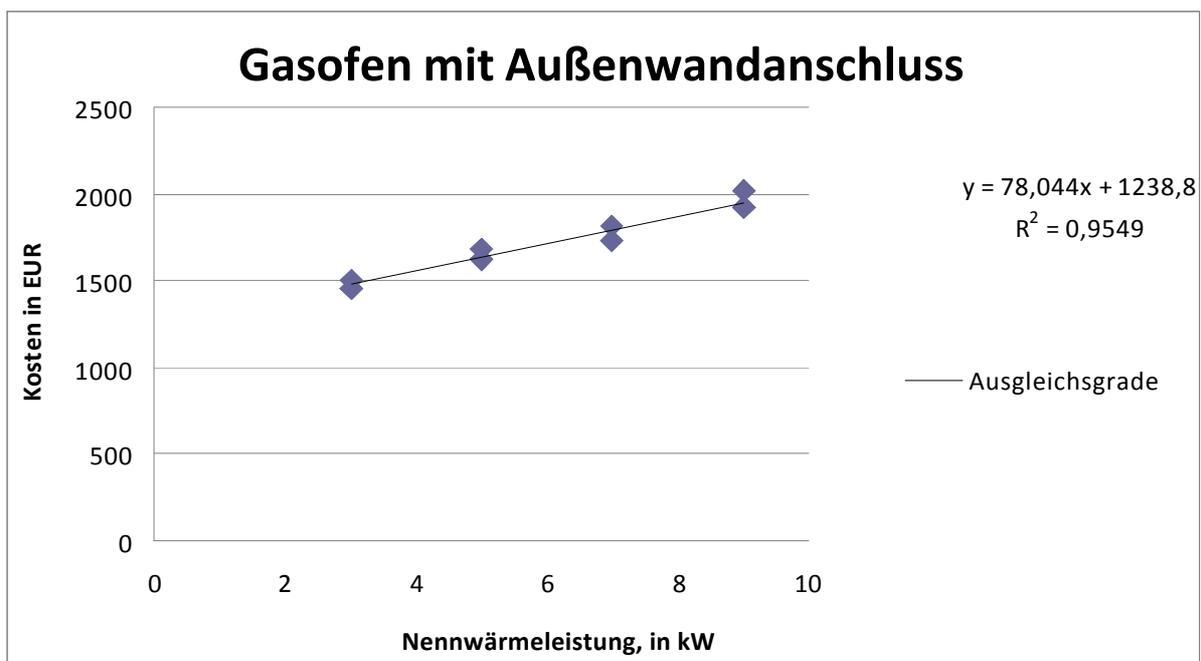


**Abbildung 15: Preise für gasbetriebene Einzelöfen mit Schornsteinanschluss**

### Gasöfen (Raumheizer) mit Außenwandanschluss

Dieser Gasofen saugt seine Zuluft aus dem Aufstellraum an und gibt seine Wärme an den Aufstellraum ab. Das Abgas wird jedoch direkt durch die Außenwand entlassen. Der Preis für einen Gasofen enthält den Preis für Ofen mit Lieferung und Einbau, eine Unterlegplatte und das Zubehör für den Außenwandanschluss. Der Anschluss an ein zentrales Gasnetz ist enthalten, jedoch nicht die Leitungsverlegung bis zum Ofen.

Die Preise für 16 Ofenmodelle von einem Hersteller zeigt die folgende Grafik. Die Kosten innerhalb einer Leistungsklasse schwanken nicht stark.



**Abbildung 16: Preise für gasbetriebene Einzelöfen mit Außenwandanschluss**

Die Gesamtkosten in absoluten Zahlen ergeben sich als Funktion wie folgt:

Gasofen	$K = 78 \text{ €} \cdot X + 1239 \text{ €}$
Außenwanddurchlass	$r^2 = 0,955$
	$X = [3; 9] \text{ kW}$

### Gaskamin

Der Gaskamin saugt seine Zuluft aus dem Aufstellraum an und gibt seine Wärme an den Aufstellraum ab. Er ist ebenfalls an einen Schornstein angeschlossen. Der Preis enthält den das Gerät mit Lieferung und Einbau, eine Unterlegplatte und das Zubehör für einen Schornsteinanschluss. Der Anschluss an ein zentrales Gasnetz ist enthalten, jedoch nicht die Leitungsverlegung bis zum Kamin.

Es gibt nur wenige Modelle am Markt, daher wird keine Kostenfunktion erstellt. Die recherchierten vier Modelle eines Herstellers haben folgende Kosten

Gaskamin	$K = 1900 \text{ €}$
	$X = [4; 5] \text{ kW}$

## 8.2 Einzelfeuerung Öl

Die mit Öl betriebenen Einzelfeuerstätten kann man in Ölöfen, Ölkamine und Ölkachelöfen einteilen. Alle sind raumluftbetrieben und an einen Schornstein angeschlossen. Sie geben die Wärme ausschließlich an den Aufstellraum ab.



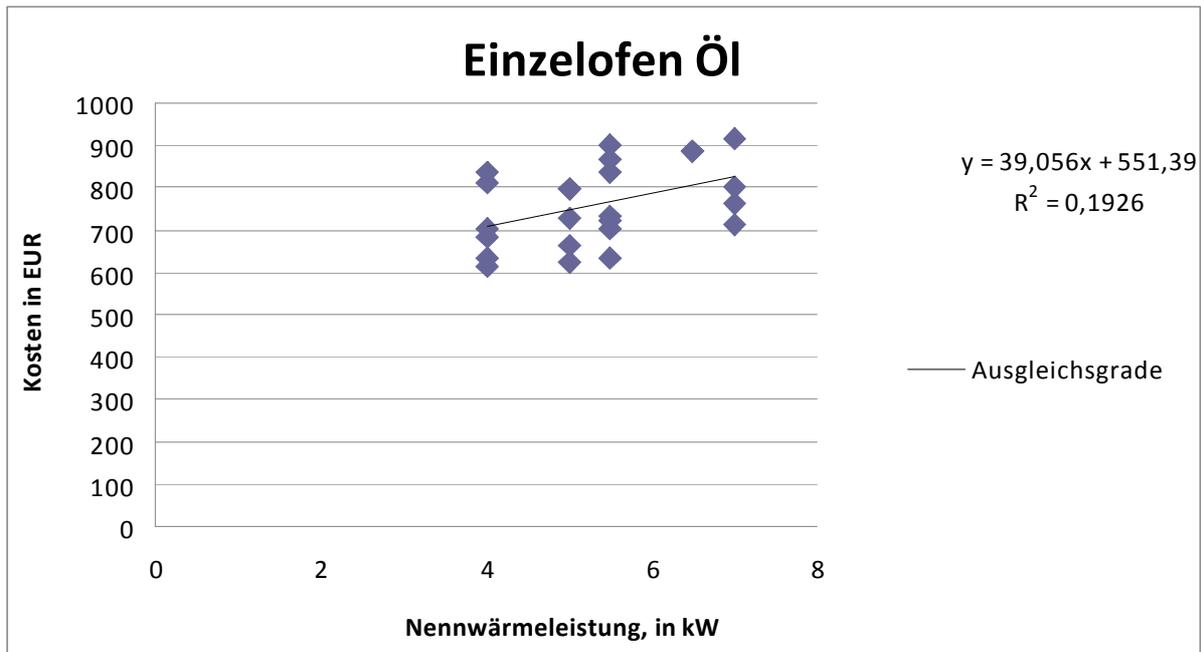
Abbildung 17: Einzelfeuerstätten Öl (Ofen, Kamin, Kachelofen)

Die Preise sind im Internet recherchiert unter <http://www.ofen.edingershops.de/>.

### Ölöfen

Der Ölofen saugt seine Zuluft aus dem Aufstellraum an und gibt seine Wärme an den Aufstellraum ab. Der Preis für einen Ölofen enthält den Preis für Ofen mit Lieferung und Einbau, eine Unterlegplatte und das Zubehör für einen Schornsteinanschluss. Der Anschluss an ein zentrales Ölnetz ist nicht enthalten, die Preise gelten für echten dezentralen Betrieb mit manueller Befüllung des Ölvorratsbehälters.

Die Preise für 24 Ofenmodelle von zwei Herstellern zeigt die folgende Grafik. Die Kosten innerhalb einer Leistungsklasse variieren stark und schwanken um bis zu 50 %.



**Abbildung 18: Preise für ölbetriebene Einzelöfen**

Die Gesamtkosten in absoluten Zahlen ergeben sich als Funktion wie folgt:

Ölofen	$K = 39 \text{ €} \cdot X + 551 \text{ €}$
Gesamtkosten	$r^2 = 0,193$
	$X = [4; 7] \text{ kW}$

### Ölkamin und Ölkachelöfen

Der Ölkamin oder Ölkachelofen saugt seine Zuluft aus dem Aufstellraum an und gibt seine Wärme an den Aufstellraum ab. Der Preis für einen Ölkamin bzw. Ölkachelofen enthält den Preis für das Gerät mit Lieferung und Einbau, eine Unterlegplatte und das Zubehör für einen Schornsteinanschluss. Der Anschluss an ein zentrales Ölnetz ist nicht enthalten, die Preise gelten für echten dezentralen Betrieb mit manueller Befüllung des Ölvorratsbehälters.

Es gibt nur wenige Modelle am Markt, daher wird keine Kostenfunktion erstellt. Die recherchierten fünf Modelle eines Herstellers haben folgende Kosten

Ölkamin	$K = 1400 \text{ €}$
Ölkachelofen	$K = 1600 \text{ €}$
	$X = [5,5] \text{ kW}$

## 8.3 Einzelfeuerung Holz/Kohle

Die mit Holz oder alternativ Kohle oder Mischungen aus beidem betriebenen Einzelfeuerstätten kann man in Holz/kohleöfen, Holz/kohlekamine und Holz/kohlekachelöfen einteilen. Alle sind an einen Schornstein angeschlossen.

Hinsichtlich der Zuluftversorgung ist der Standardfall die Luftansaugung aus dem Aufstellraum, jedoch gibt es Kamine auch mit Außenluftansaugung. Auch bei der Wärmeabgabe gibt es den Standardfall der Wärmeabgabe an den Aufstellraum und den Sonderfall eines Heizwasseranschlusses.

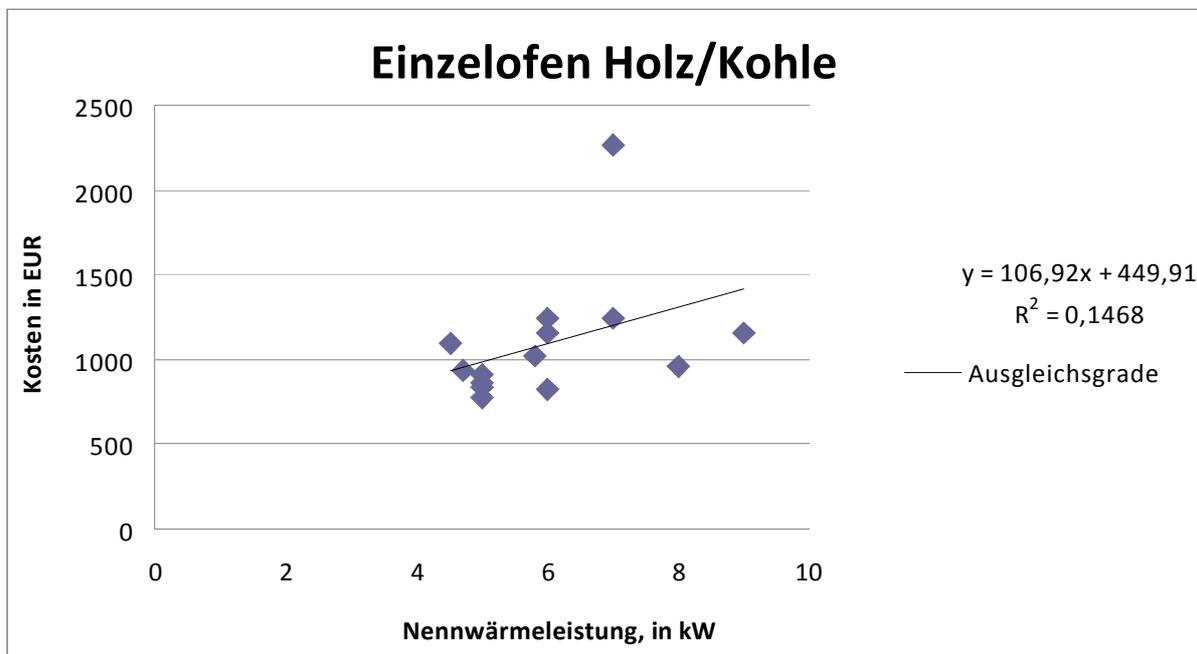


**Abbildung 19: Einzelfeuerstätten Holz/Kohle (Ofen, Kamin, Kachelofen)**

Die Preise sind im Internet recherchiert unter <http://www.ofen.edingershops.de/>.

### Holz/Kohleofen

Der Holz- oder Kohleofen saugt seine Zuluft aus dem Aufstellraum an und gibt seine Wärme an den Aufstellraum ab. Der Preis für einen Holz- oder Kohleofen enthält den Preis für Ofen mit Lieferung und Einbau, eine Unterlegplatte und das Zubehör für einen Schornsteinanschluss. Die Preise für 14 Ofenmodelle von drei Herstellern zeigt die folgende Grafik. Die Kosten innerhalb einer Leistungsklasse variieren bis auf einen Ausreißer wenig.



**Abbildung 20: Preise für Einzelöfen mit Kohle/Holzfeuerung**

Die Gesamtkosten in absoluten Zahlen ergeben sich als Funktion wie folgt:

Holz/Kohleofen	$K = 107 \text{ €} \cdot X + 450 \text{ €}$
Gesamtkosten	$r^2 = 0,147$
	$X = [4; 9] \text{ kW}$

## Holz/Kohlekamin mit Luftansaugung aus dem Raum

Der Preis für einen Holz- oder Kohlekaminofen enthält den Preis für den Kamin mit Lieferung und Einbau, eine Unterlegplatte und das Zubehör für einen Schornsteinanschluss. Die Preise für 305 Ofenmodelle von sieben Herstellern zeigt die folgende Grafik. Es handelt sich um Öfen mit Zuluftansaugung aus dem Aufstellraum. Die Wärmeabgabe erfolgt ebenfalls direkt an den Aufstellraum.

Die Kosten innerhalb einer Leistungsklasse variieren sehr stark. Daher wurden zwei zusätzliche Ausgleichsgeraden erstellt. Die "günstigen Kamine" kosten weniger als 75 % des Mittelwerts dieser Leistungsklasse. Die "teuren Kamine" liegen um mindestens 25 % mehr als der Mittelwert dieser Leistungsklasse.

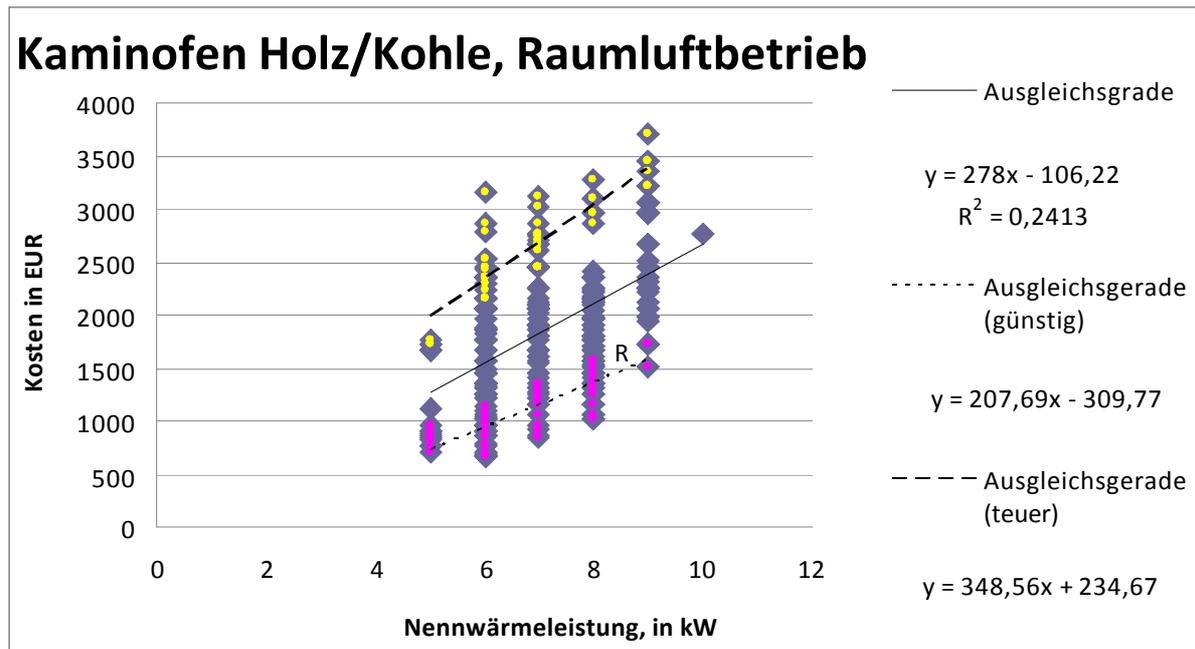


Abbildung 21: Preise für Kaminöfen mit Kohle/Holzfeuerung im Raumlufbetrieb

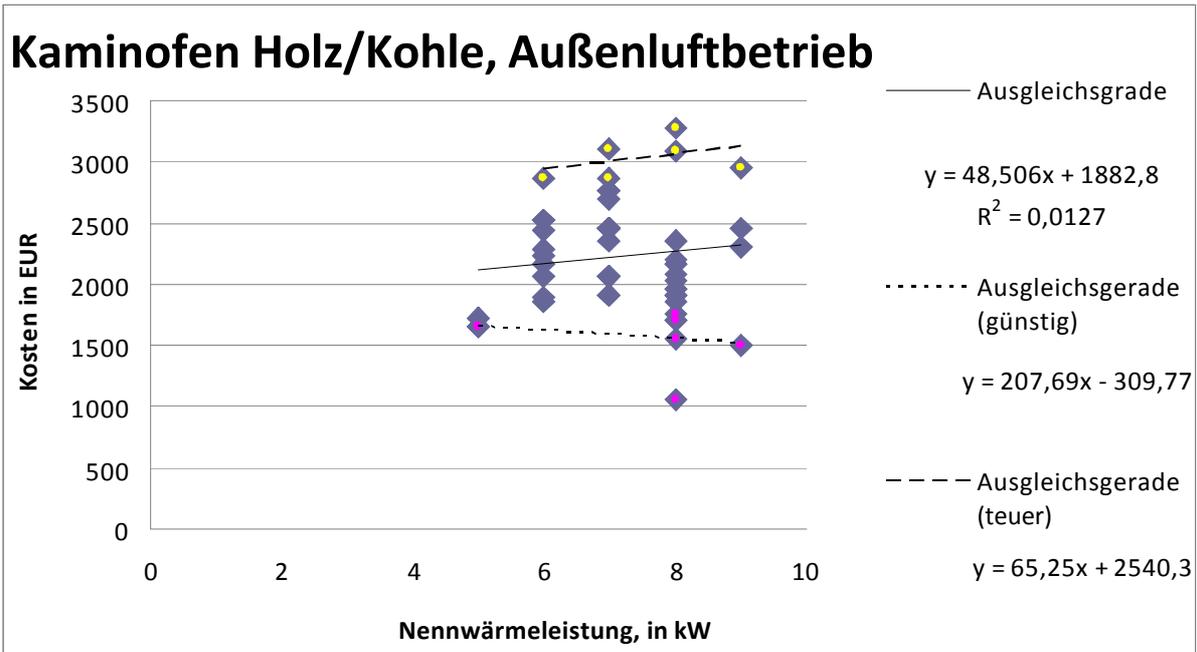
Die Gesamtkosten in absoluten Zahlen ergeben sich als Funktion wie folgt:

Holz/Kohlekamin (Mittel)	$K = 278 \text{ €} \cdot X - 106 \text{ €}$
Holz/Kohlekamin (günstig)	$K = 208 \text{ €} \cdot X - 310 \text{ €}$
Holz/Kohlekamin (teuer)	$K = 349 \text{ €} \cdot X + 235 \text{ €}$
jeweils Raumlufbetrieb	$r^2 = 0,241$
	$X = [5; 10] \text{ kW}$

## Holz/Kohlekamin mit Luftansaugung von außen

Der Preis für einen Holz- oder Kohlekaminofen enthält den Preis für Ofen mit Lieferung und Einbau, eine Unterlegplatte und das Zubehör für einen Schornsteinanschluss. Die Preise für 61 Ofenmodelle von sechs Herstellern zeigt die folgende Grafik. Es handelt sich um Öfen mit Zuluftansaugung von außen. Die Wärmeabgabe erfolgt direkt an den Aufstellraum.

Die Kosten innerhalb einer Leistungsklasse variieren sehr stark. Daher wurden zwei zusätzliche Ausgleichsgeraden erstellt. Die "günstigen Kamine" kosten weniger als 80 % des Mittelwerts dieser Leistungsklasse. Die "teuren Kamine" liegen um mindestens 20 % mehr als der Mittelwert dieser Leistungsklasse. Die beiden Zusatzgeraden verlaufen fast waagrecht und wurden daher gerundet als leistungsunabhängiger Wert angegeben.



**Abbildung 22: Preise für Kaminöfen mit Kohle/Holzfeuerung im Außenluftbetrieb**

Die Gesamtkosten in absoluten Zahlen ergeben sich als Funktion wie folgt:

Holz/Kohlekamin (Mittel)	$K = 278 \text{ €} \cdot X - 106 \text{ €}$
Holz/Kohlekamin (günstig)	$K = 1500 \text{ €}$
Holz/Kohlekamin (teuer)	$K = 3000 \text{ €}$
jeweils Außenluftbetrieb	$r^2 = 0,01$ $X = [5; 9] \text{ kW}$

### Holz- oder Kohlekamin mit Wassertauschregister

Der Holz- oder Kohlekamin mit Wassertauschregister saugt seine Zuluft aus dem Aufstellraum an, gibt seine Wärme an den Aufstellraum und auch an Heizwasser ab. Der Preis enthält den Preis für den Kamin mit Wassertasche mit Lieferung und Einbau, eine Unterlegplatte und das Zubehör für einen Schornsteinanschluss. Es gibt nur wenige dokumentierte Vergleichspreise, daher wird keine Kostenfunktion erstellt. Die recherchierten vier Modelle von drei Herstellern haben folgende Kosten

Holz/Kohlekamin mit Wasseranschluss	$K = 3500 \text{ €}$ $X = [8; 10] \text{ kW}$
-------------------------------------	--

### Holz- oder Kohlekachelöfen

Der Holz- oder Kohlekachelofen saugt seine Zuluft aus dem Aufstellraum an und gibt seine Wärme an den Aufstellraum ab. Der Preis für einen Holz- oder Kohlekachelofen enthält den Preis für den Ofen mit Lieferung und Einbau, eine Unterlegplatte und das Zubehör für einen Schornsteinanschluss. Es gibt nur wenige dokumentierte Vergleichspreise, daher wird keine Kostenfunktion erstellt.

Die recherchierten sieben Modelle von zwei Herstellern haben folgende Kosten

Holz/Kohlekachelofen	$K = 3000 \text{ €}$
	$X = [7; 8] \text{ kW}$

Die Kosten für Kachelöfen können in der Praxis je nach Geschmack der Bauherrenschaft auch deutlich teurer sein! Es handelt sich bei den Preisangaben für vorgefertigte Modelle mit Aufstellung, nicht um Individualanfertigungen von Ofensetzern!

## 8.4 Einzelfeuerung Pellet

Die mit Holzpellets betriebenen Einzelfeuerstätten sind Pelletöfen. Alle sind an einen Schornstein angeschlossen. Hinsichtlich der Zuluftversorgung ist der Standardfall die Luftansaugung aus dem Aufstellraum. Auch bei der Wärmeabgabe gibt es den Standardfall der Wärmeabgabe an den Aufstellraum und den Sonderfall eines zusätzlichen Heizwasseranschlusses.

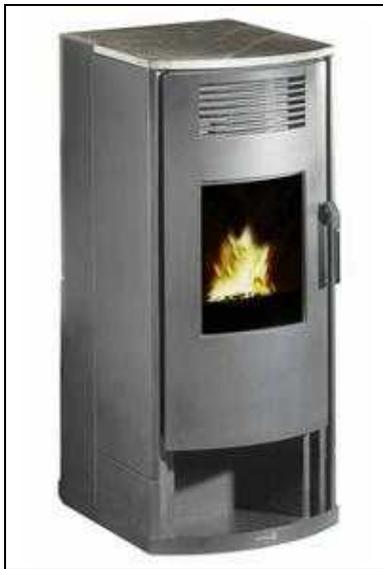


Abbildung 23: Einzelfeuerstätten Pellets

Die Preise sind im Internet recherchiert unter <http://www.ofen.edingershops.de/>.

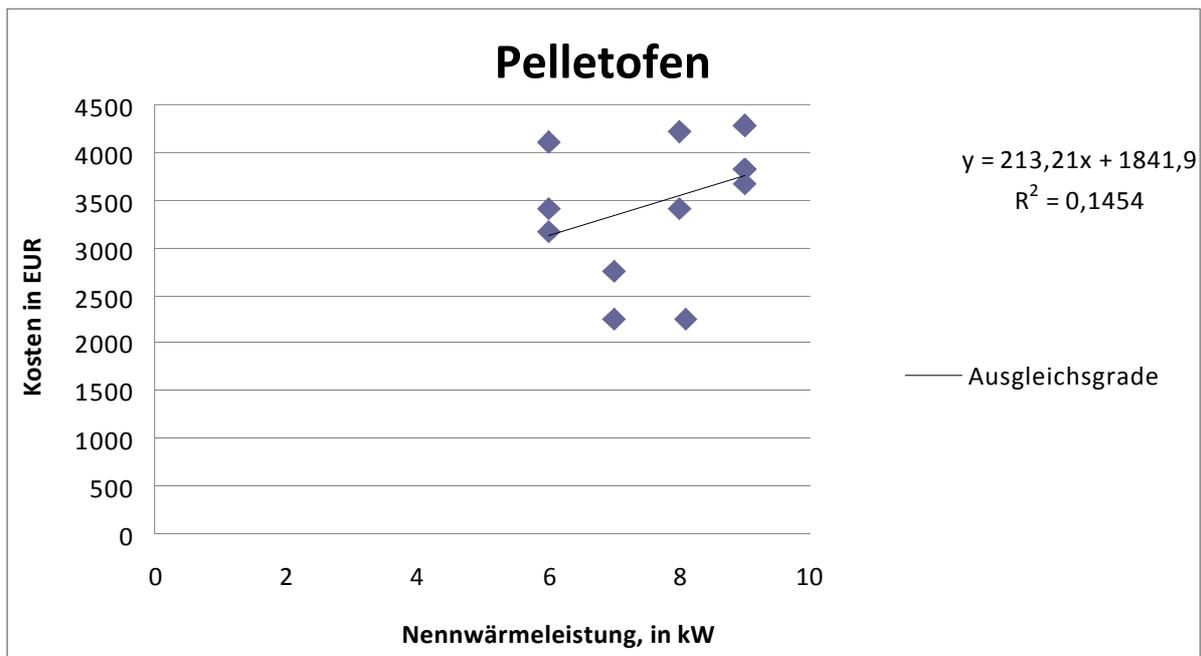
### Pelletofen ohne Heizwasseranschluss

Dieser Pelletofen saugt seine Zuluft aus dem Aufstellraum an und gibt seine Wärme ausschließlich an den Aufstellraum ab. Der Preis enthält den Preis für Ofen mit Lieferung und Einbau, eine Unterlegplatte und das Zubehör für einen Schornsteinanschluss.

Die Preise für 14 Ofenmodelle von zwei Herstellern zeigt die folgende Grafik. Die Kosten innerhalb einer Leistungsklasse variieren stark – im Maximum um den Faktor 2.

Die Gesamtkosten in absoluten Zahlen ergeben sich als Funktion wie folgt:

Pelletofen ohne Heizwasseranschluss	$K = 213 \text{ €} \cdot X + 1842 \text{ €}$ $r^2 = 0,145$
	$X = [5; 9] \text{ kW}$



**Abbildung 24: Preise für Pelletöfen ohne Heizwasseranschluss**

### Pelletofen mit Heizwasseranschluss

Der Preis für einen Pelletofen mit Heizwasseranschluss enthält den Ofen mit Wassertasche incl. Lieferung und Einbau, eine Unterlegplatte und das Zubehör für einen Schornsteinanschluss.

Es gibt nur wenige dokumentierte Vergleichspreise, daher wird keine Kostenfunktion erstellt. Die recherchierten zwei Modelle eines Herstellers haben folgende Kosten

Holz/Kohlekachelofen	K = 5200 €
	X = [10] kW

## 9 Anschlüsse und Tanks

### 9.1 Fernwärmeanschluss

Folgende Tabelle zeigt die spezifischen Investitionskosten für verschiedene Verlegevarianten je Meter Hausanschlussleitung (DN 25) im innerstädtischen Bereich. Der Ermittlung wurden bituminöser Straßenbelag und Gehwegplatten zugrunde gelegt. Die Daten entstammen der folgenden Literaturstelle Energie-Consulting. Kennziffernkatalog. Neuhagen/ Berlin: GfEM Gesellschaft für Energiemanagement, 2004.

Verlegelänge	Kunststoffmantelrohr nebeneinander im offenen Graben	Kunststoffmantelrohr übereinander im offenen Graben	Kunststoffmantel-Doppelrohr im offenen Graben	Biegerohrrohr nebeneinander im offenen Graben	Biegerohrrohr mit grabenloser Verlegetechnik	Mittelwert	
[m]	[€/m]	[€/m]	[€/m]	[€/m]	[€/m]	[€/m]	[€]
6	1.713	1.636	1.687	1.304	1.432	1.554	9.326
9	1.227	1.176	1.202	920	1.048	1.115	10.031
12	997	971	971	716	869	905	10.858
15	869	588	818	614	741	726	10.890

Tabelle 20: Fernwärmeanschluss

Aus den Einzelkosten ergibt sich folgende Abbildung.

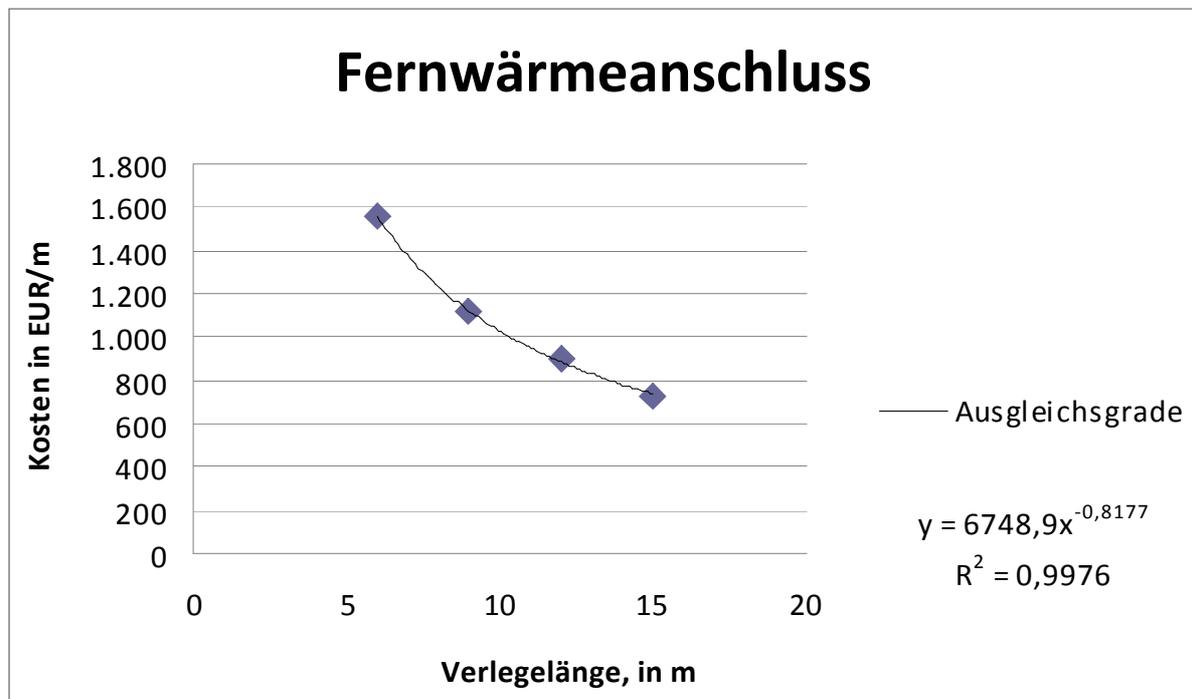


Abbildung 25: Fernwärmeanschluss

Die Kosten ergeben eine gute Ausgleichspotenzfunktion. Es ist andererseits festzustellen, dass die absoluten Kosten sich auf ca. 10.000 € belaufen, unabhängig von der Länge zwischen Trasse und Haus.

Fernwärmeanschluss	$k = 6749 \text{ €/m} \cdot X^{-0,8177}$ $r^2 = 0,9976$
	$X = [6; 15] \text{ m Trassenlänge}$

## 9.2 Gasanschluss

Die Softwarefirma Hottgenroth gibt in ihrer Software für die Verlegung eines Gasanschlusses pauschal einen Aufwand von 2000 € an. Die Recherche in anderen Quellen, z.B. im Internet bei Gasversorgern hat diesen Aufwand für einen "normalen" Gashausesanschluss (kein Industrieanschluss) bestätigt (Werte von ca. 1.300€ – 2.500€).

Gasanschluss	$K = 2000 \text{ €}$
--------------	----------------------

## 9.3 Flüssiggastank

Die Softwarefirma Hottgenroth gibt für Flüssiggastanks folgende Kosten inklusive Montage und Zubehör bzw. Erdarbeiten an:

Außentank	5.000 Liter	$K = 4.000 \text{ €}$
	15.000 Liter	$K = 7.500 \text{ €}$
Erdtank	5.000 Liter	$K = 6.000 \text{ €}$
	15.000 Liter	$K = 10.000 \text{ €}$

## 9.4 Öltankanlage

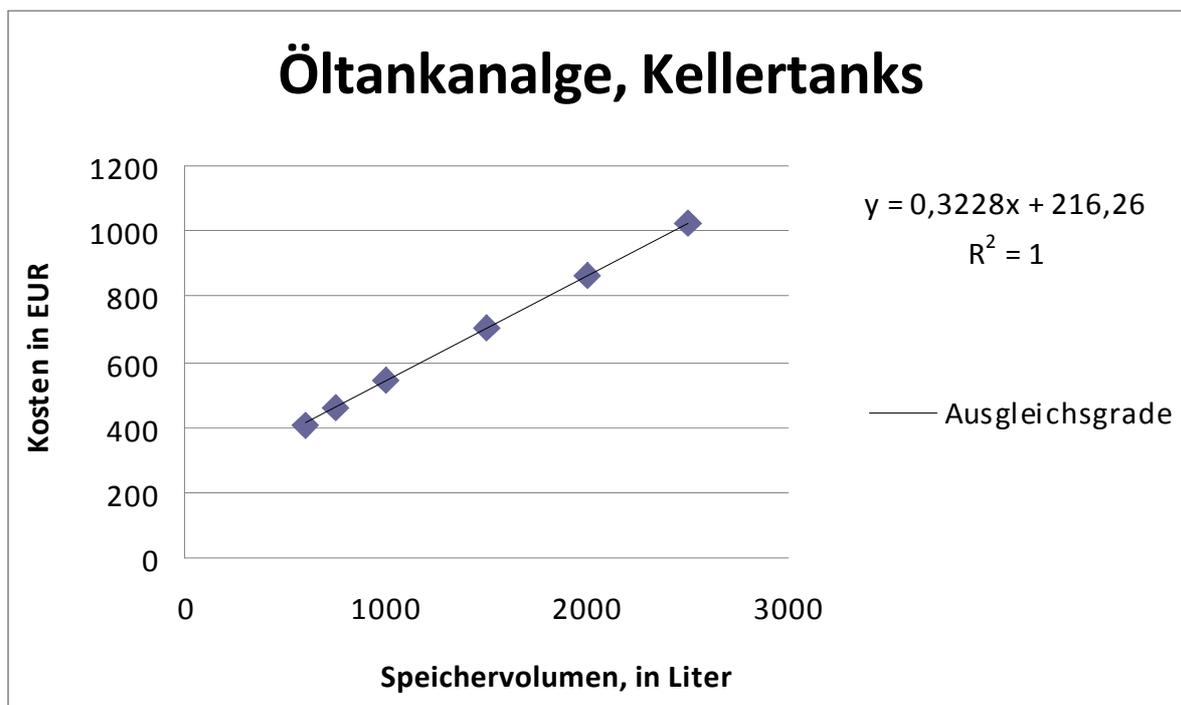
### Kellertanks

Die **Tabelle 21** zeigt die unterschiedlichen Größen eines im Keller aufzustellenden Kunststofftanks mit dem jeweils dazugehörigen Investitionsaufwand. Der jeweils gemittelte Preis gilt für einen Kunststoffbatterietank mit Auffangwanne aus Stahl, verzinkt als Einzeltank, einschließlich systembedingtem Zubehör und Grenzwertgeber inklusive Montage. Die Daten entstammen der folgenden Literaturstelle im Internet f:data [Baupreisleikon. 2009].

Größe [l]	Investitionen [€/St]
600	408,12
750	458,08
1000	540,26
1500	702,26
2000	862,50
2500	1.021,69

**Tabelle 21: Öltankanlage**

Aus den Einzelkosten ergibt sich folgende Abbildung.



**Abbildung 26: Öltankanlage; Keller**

Die Kosten ergeben eine gute Ausgleichsgerade, die sich in diesem Fall auf die absoluten Kosten in € bezieht!

Öltankanlage, Keller	$K = 0,323 \text{ €} \cdot X + 216 \text{ €}$ $r^2 = 1,0$
	$X = [600; 2500]$ Liter Tankvolumen

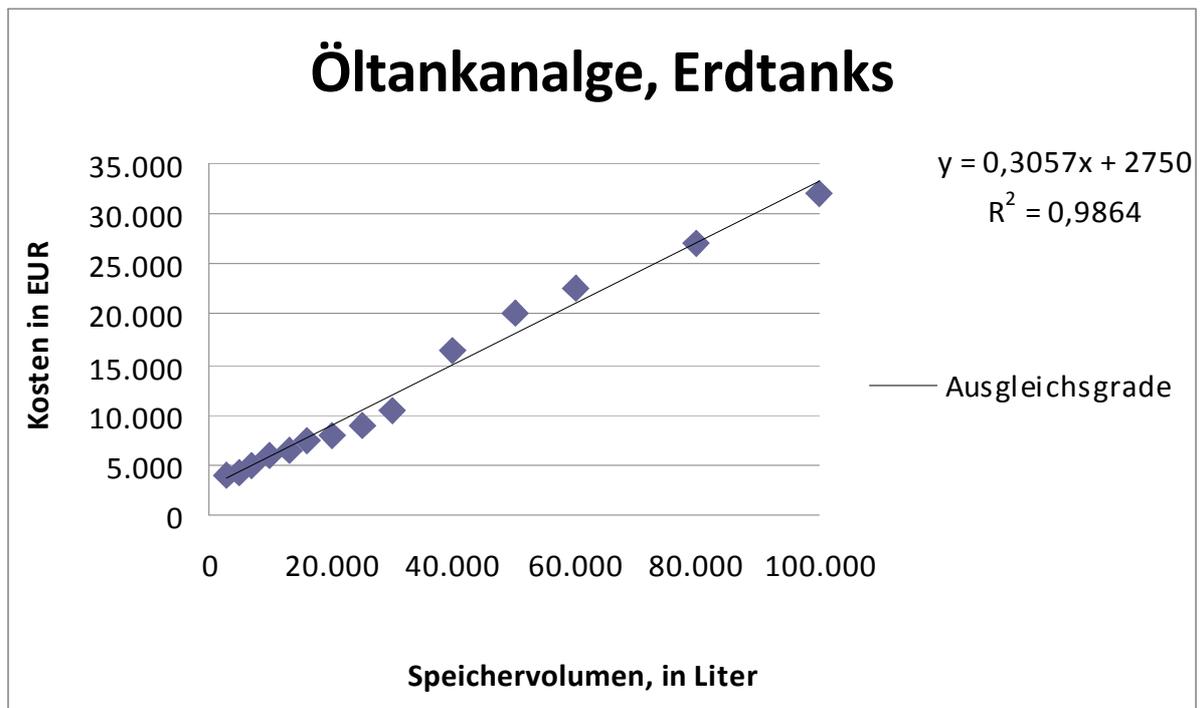
### Erdtanks

Die Softwarefirma Hottgenroth gibt für Erdtanks Kosten inklusive Montage und Zubehör bzw. Erdarbeiten an. Es wird darauf verwiesen, dass vor Ort Angebote eingeholt werden sollten.

Größe [l]	Investitionen [€/St]
3000	4.000
5000	4.300
7000	5.000
10000	6.000
13000	6.500
16000	7.500
20000	8.000
25000	9.000
30000	10.500
40000	16.500
50000	20.000
60000	22.500
80000	27.000
100000	32.000

**Tabelle 22: Öl-Erdtankanlage**

Aus den Einzelkosten ergibt sich folgende Abbildung.



**Abbildung 27: Öltankanlage; Erdtanks**

Die Kosten ergeben eine hinreichend gute Ausgleichsgerade, die sich in diesem Fall auf die absoluten Kosten in € bezieht!

Öltankanlage, Erdtanks	$K = 0,306 \text{ €} \cdot X + 2750 \text{ €}$ $r^2 = 0,986$
	$X = [3000; 100.000]$ Liter Tankvolumen

# 10 Sonstiges

## 10.1 Schornstein/ Abgasanlagen

### Neuer gemauerter Schornstein

Für die Schornsteinneuerrichtung gibt das Baukostenhandbuch 2008 [Schmitz, Krings, Dahlhaus, Meisel. Baukosten 2008: Verlag für Wirtschaft und Verwaltung Hubert Wingen Essen, 2007/2008] Kosten je nach der Schornsteinhöhe an.

Diese Funktionen enthalten den Schornstein aus Formteilen, Führung bis über das Dach, inklusive Abschlussöffnungen sowie Verfugung und Abdichtung. Die jeweiligen Preise sind gemittelt für gemauerte Schornsteine.

gemauerter Schornstein	14 x 14 cm	$k = 82 \text{ €/m} \cdot X$
	14 x 20 cm	$k = 97 \text{ €/m} \cdot X$
	20 x 20 cm	$k = 124 \text{ €/m} \cdot X$
	20 x 25 cm	$k = 152 \text{ €/m} \cdot X$
$X = [0; 20]$ Meter Schornsteinhöhe		

### Schornsteine ohne Mauern

Die Softwarefirma Hottgenroth gibt in ihrer Software für die Installation von Schornsteinen aus Edelstahl, Kunststoff bzw. für LAS-Systeme in Dachheizzentralen folgende Kosten an:

Edelstahl	Neubau	pauschal 10 m	$K = 3000 \text{ €}$
	Sanierung	pauschal 10 m	$K = 1200 \text{ €}$
Kunststoff	Sanierung	pauschal 10 m	$K = 500 \text{ €}$
LAS System	Dachheizung	pauschal	$K = 300 \text{ €}$

## 10.2 Wanddurchbrüche

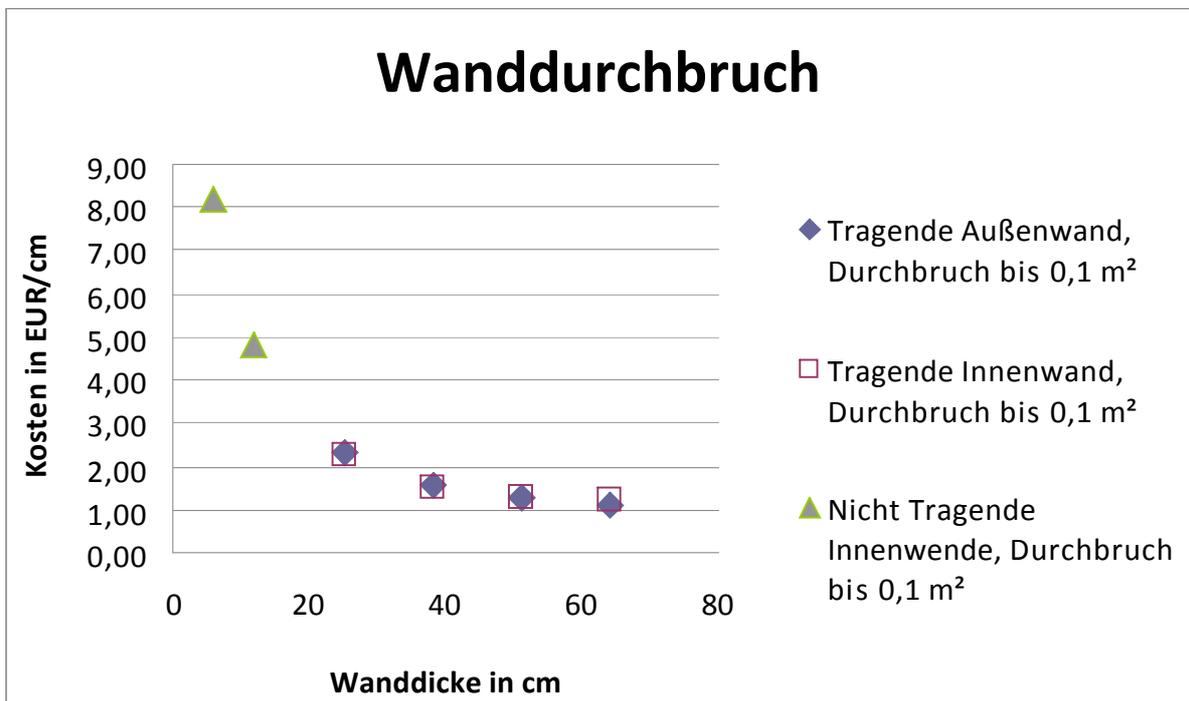
Als Quelle für die Kostenbewertung von Mauerdurchbrüchen wird das Buch Baukosten 2008 [Schmitz, Krings, Dahlhaus, Meisel. Baukosten 2008: Verlag für Wirtschaft und Verwaltung Hubert Wingen Essen, 2007/2008] verwendet. Hinsichtlich der Wanddurchführung wird zwischen tragende Außenwand und Innenwand sowie nicht-tragende Innenwand unterschieden.

Die Datensätze beinhalten den Durchbruch der Wände, inklusive Schuttabfuhr und späterem Schließen.

Tragende Außenwand, Durchbruch bis 0,1 m <sup>2</sup>	
Dicke der Wand ca. 25 cm	58,00 €
Dicke der Wand ca. 38 cm	60,00 €
Dicke der Wand ca. 51 cm	66,00 €
Dicke der Wand ca. 64 cm	72,00 €
Tragende Innenwand, Durchbruch bis 0,1 m <sup>2</sup>	
Dicke der Wand ca. 25 cm	56,00 €
Dicke der Wand ca. 38 cm	58,00 €
Dicke der Wand ca. 51 cm	66,00 €
Dicke der Wand ca. 64 cm	78,00 €
Nicht Tragende Innenwände, Durchbruch bis 0,1 m <sup>2</sup>	
Dicke der Wand ca. 6 cm	49,00 €
Dicke der Wand ca. 12 cm	58,00 €

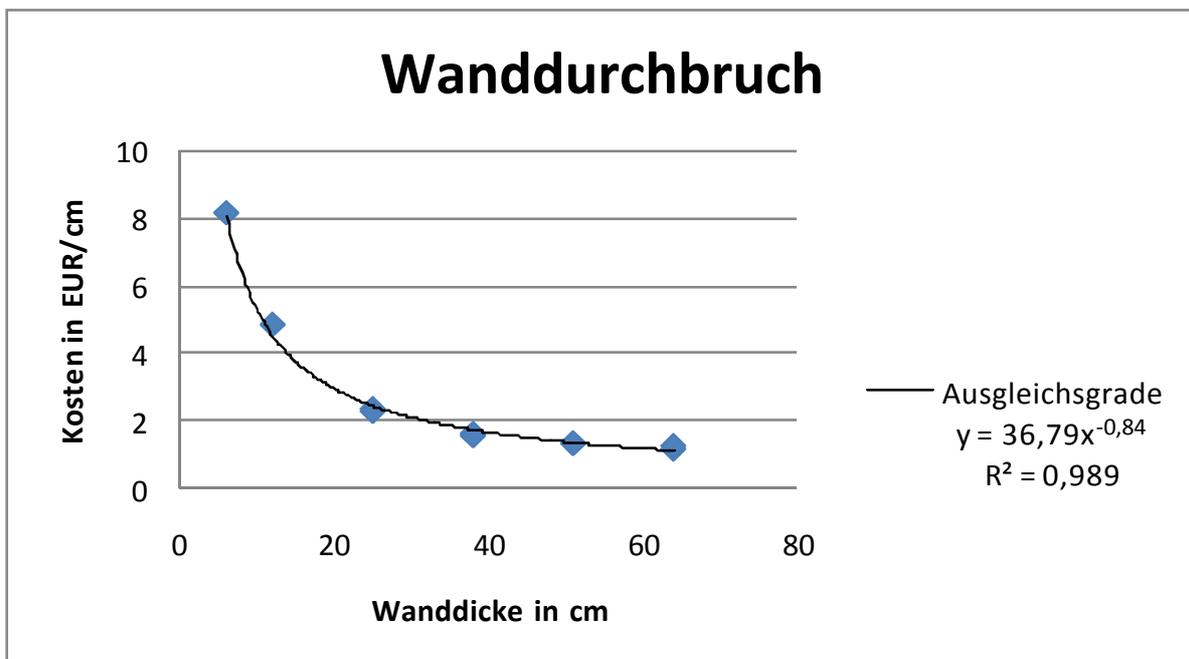
**Tabelle 23: Wanddurchbruch bei Außen- und Innenwände**

Teilt man nun die Kosten durch die Wanddicke erhält man die spezifischen Kosten  $k$  bezogen auf Wanddicke in cm.



**Abbildung 28: Wanddurchbruch**

Diesem Diagramm kann entnommen werden, dass kaum ein Unterschied zwischen tragenden Innen- und Außenwände besteht. Die Folgerung aus diesem Diagramm ist, dass eine Unterteilung der jeweiligen Wandarten nicht notwendig erscheint. Im folgenden Diagramm ist die Regressionsgrade aufgezeichnet, basierend auf allen Datenpunkten (Innenwand und Außenwand).



**Abbildung 29: Wanddurchbruch mit Ausgleichsgrade**

Die Punkte streuen praktisch nicht, da es sich um die Auswertung einer Literaturquelle handelt, der ihrerseits offenbar bereits eine Funktion zugrunde lag.

Wanddurchbruch

$$k = 36,8 \text{ €} \cdot X^{-0,84}$$
$$r^2 = 0,989$$

$$X = [6; 64] \text{ cm Wanddicke}$$

## 11 Quellen

- [1] Heimlich Alexander; Kostenkennwerte für die Modernisierung; Bachelorarbeit an der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel; April 2009.
- [2] Nothaft Christian; Wirtschaftliche und technische Bestandsaufnahme und Marktentwicklung im Bereich der häuslichen Holzheizungen; Diplomarbeit an der Fachhochschule Ansbach; September 2008.
- [3] Internetquelle: <http://www.ofen.edingershops.de>; edinger Fachmarkt GmbH – Kiefernweg 1 – 97638 Mellrichstadt; abgerufen im April 2009.
- [4] Internetquelle: <http://www.flandria-heiztechnik.de>; HM-Raumheizer Vertrieb Süd – Firma Ludwig Obereisenbuchner – Groß- und Einzelhandel – Hubert-Deschler-Strasse 5 – 82131 Gauting; abgerufen im April 2009.
- [5] Internetquelle: <http://www.vaillant.at>; Vaillant Austria GmbH – Forchheimergasse 7 – A-1230 Wien; abgerufen im Mai 2009.
- [6] Internetquelle: <http://www.mercateo.de>; Mercateo AG - Postfach 1460 - 06354 Köthen; abgerufen im Mai 2009.
- [7] Internetquelle: <http://www.elektro4000.de>; elektro4000.de (Elektro Reiners GmbH) - Adresse Güterstr. 16 - 27777 Ganderkesee; abgerufen im Mai 2009
- [8] Internetquelle: <http://www.elektro4000.de>; Elektro4000.de Hagen GbR - Nicole Hagen & Michael Hagen - Wittenbergener Weg 79 - 22559 Hamburg; abgerufen im Mai 2009

## 12 Anhang

### C Evaluierung MAP

Die Anhänge A und B gehören zum Originalbericht 2007.